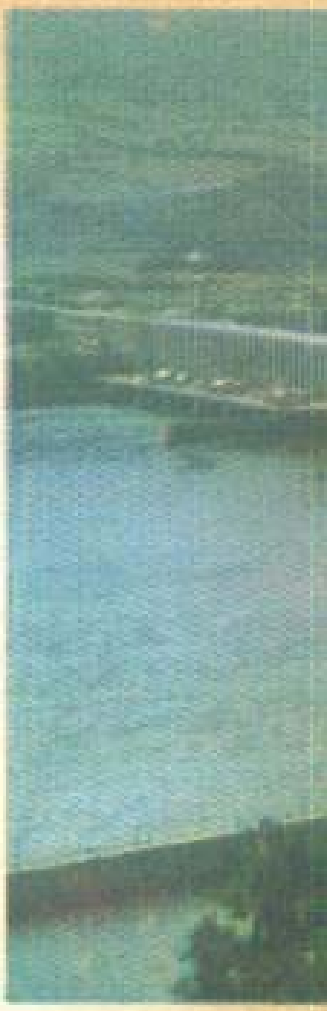
Luînd în dezbatere una dintre cele mai acute teme ale actualității : foamea de energie a lumii moderne, almanahul nostru a făcut apel la opiniile unor reputați savanți — fizicieni, energeticieni și economiști — contemporani, cu scopul de a vă înfățișa „DOSARUL ENERGIEI MONDIALE", așa cum se prezintă el astăzi. Deschidem astfel o fereastră asupra unei pasionante probleme științifico-economice cu profunde implicații asupra prezentului și viitorului omenirii.

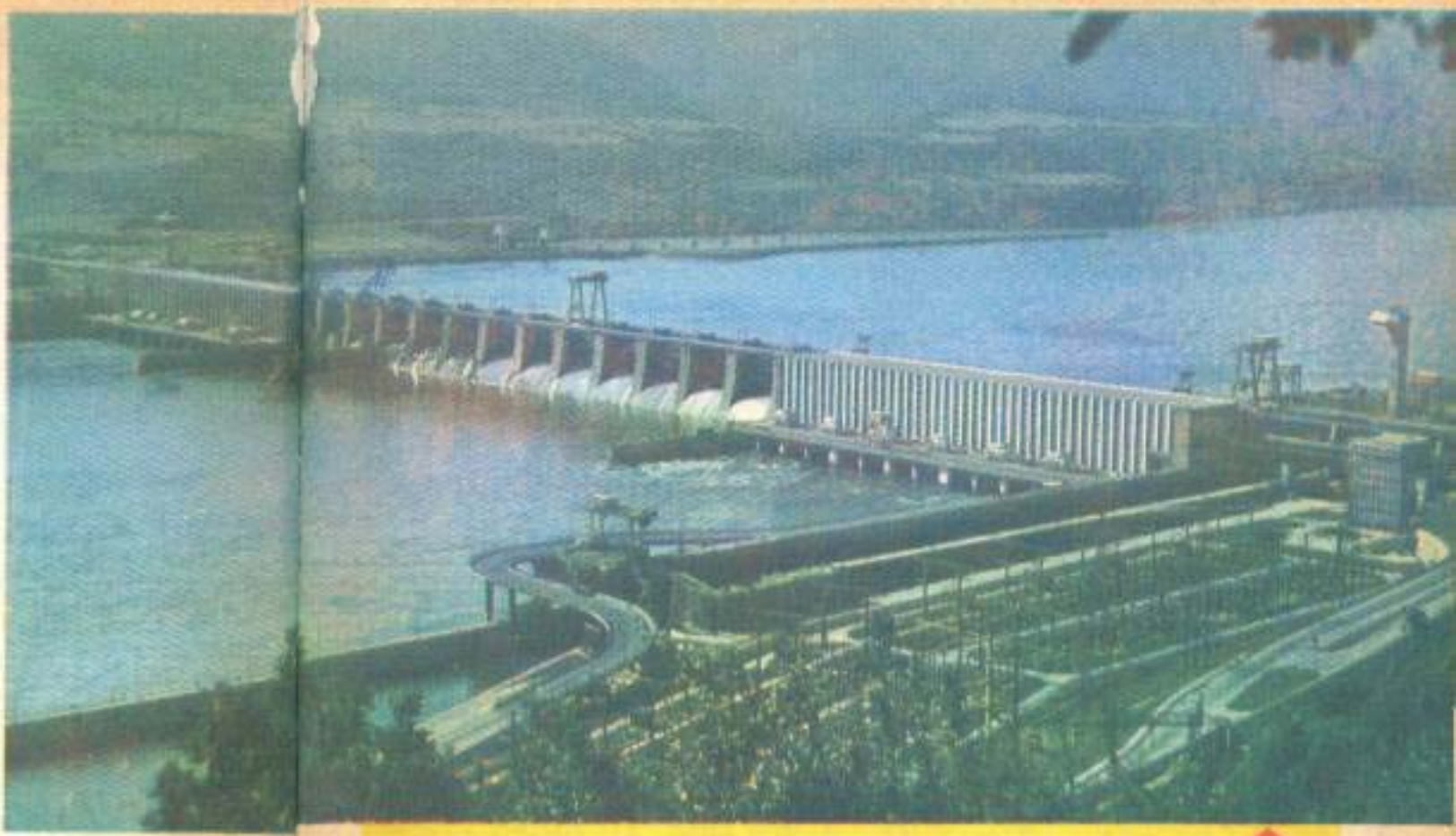
Prometeu se întoarce la Soare

Neîndoielnic, între toate legendele lumii, cea mai frumoasă rămîne mitul lui Prometeu, cel care, vrînd să-i scoată pe oameni din frig și întuneric, a zburat pînă la Soare și s-a întors la pămînteni cu o torță vie, plătind pentru aceasta atotputernicilor zei din Olimp supremul preț al existenței.

Românii de sub Detunata au un obicei străvechi ce reeditează an de an, în spațiul carpato-dunărean, mitul lui Prometeu : focul pur. O dată pe an, într-o zi de primăvară, la căderea întunericului, sînt stinse toate focurile după ce, în timpul zilei, au fost arse gunoaiele din ogrăzi. Întunericul cuprinde întreaga fire ca într-un început de lume. Iar în zori, înainte ca astrul zilei să facă să scintieze stîncile Detunatei, un flăcău aprinde focul curat prin frecarea a două lemne uscate. Moții vin să ia lumină din flacăra nou-născută în vreme ce, sub Soarele care se înalță peste creste, Apusenii se învăluie în lumină. Căldura unui întreg an pornește din acea scînteie primogenă care, simbolic, a fost smulsă din Soare. Datina se păstrează din moși-strămoși și ea nu este altceva decît cultul Soarelui în lumea mioritică. Este mitul captării energiei, așa cum și-au imaginat-o pămîntenii în perioada copilăriei omului.

În fond, pe planeta noastră, toată energia disponibilă provine din Soare. Astrul zilei trimite Terrei o gigantică putere, exprimată prin 1,2 kilowați pe metrul pătrat. Combustibilii fosili, ca petrolul și cărbunele, nu sînt decît efectul acțiunii căldurii și radiațiilor solare asupra lumii vii de odinioară. Soarele, prin evaporarea și precipitarea apei, face să curgă rîurile, a căror energie este amenajată de om în centrale hidroelectrice. Creînd diferența de temperatură de pe glob, Soarele face să se stîrnească vînturile, fără de care n-ar exista energia eoliană. Prin sinteza clorofilei, flora Pămîntului produce, sub acțiunea radiației solare, proteine și oxigen, făcînd posibilă existența faunei, inclusiv a celui mai inteligent animal care trăiește pe globul pămîntesc, bipedul Om.





Marile Porți ale energeticii românești : **Porțile de Fier.** Mai multă energie decît oricînd, dar și mai multă grijă pentru valorificarea ei rațională !

De ce „foame de energie"?

Trăim într-un imens ocean de energie. Nimic din ceea ce ne înconjoară — pămîntul pe care-l călcăm, apa pe care o bem, aerul pe care-l respirăm — nu înseamnă altceva decît depozite de energie. Noi înșine sîntem o alcătuire a energiilor distilate biologic, așa cum este lumea animală sau cea vegetală. Lumina Soarelui este energie, așa cum miezul Pămîntului este tot energie. Constituită din atomi, orice materie, vie sau inertă, este un depozit de energie. Și totuși, milenii de-a rîndul, omenirea n-a înțeles prin energie decît capacitatea de lucru a mușchilor săi și ai animalelor domesticite. Cînd a descoperit și și-a însușit capacitatea de lucru a vaporilor de apă, apoi a motorului cu explozie internă, cuvîntul „energie" a căpătat noi semnificații. Odată cu descoperirea electricității și a magnetismului, cuvîntul energie a îmbrățișat și lumea curentului electric.

Acestei noi forme de energie, poeții i-au zis „flică a Soarelui" și „mamă a civilizației tehnice". Anticii n-au văzut fenomenele electrice decît ca forțe oarbe ale cerului, stăpînite de cel mai puternic dintre zei — și atunci l-au imaginat pe Jupiter strîngînd în pumn fulgerele. Electricitatea era aici, lîngă noi, pretutindeni, în mișcarea norilor, în prăvălirea apelor, în sinteza elementelor și în miezul focului, dar oamenii au descoperit-o uluitor de tîrziu, abia acum mai

bine de un secol. O teribilă „forță", aparent inepuizabilă, a fost domesticită și pusă să servească omul, transformînd radical viața pe Pămînt. Această „proprietate invizibilă", transportabilă pe fire metalice, a înconjurat Pămîntul într-un complicat păienjeniș al puterii cucerite de om. Suflul vîntului, tăria focului, urcușul mareelor, dogoarea Soarelui, dezintegrarea atomului, tot ce putea genera energie electrică a fost silit să dea căldură și lumină, să pună în mișcare mașini complicate, să topească metalul, să stimuleze noi reacții chimice, să prefacă și să creeze.

Declanșarea operațiunii pentru captarea tuturor energiilor a stîrnit, într-o măsură egală, **o insațiabilă foame de energie.** Producția de putere a început să se întreacă cu consumul de putere. „Energie ! Mai multă energie ! Tot mai multă energie !" — acesta este, de mai bine de un secol, un imperativ al omenirii, care, de cîteva decenii, răzbate de pretutindeni, cu atît mai puternic, cu cît nevoia de energie este mai mare. Orice popor ce se ridică la o nouă condiție materială și socială strigă, alături de cuvîntul „libertate", cuvîntul „energie". De el se leagă nu numai înfăptuirea viselor de progres material, ci însuși conceptul de libertate.

A fost mai întîi forța brațelor omenești care au înălțat marile monumente ale antichității egiptene, persane, attice, asiatice și sud-americane, ca un prim triumf al energiilor raționale ale omului asupra forțelor oarbe ale naturii. A fost roata, a fost pîrghia, a fost scripetele, a fost efortul animalelor de muncă. Dacă ne gîndim că civilizații înfloritoare s-au născut din aceste slabe puteri ale omului singur, nu putem să nu ne plecăm fruntile în fața strămoșilor tuturor neamurilor și semințiilor care ne-au lăsat, drept mărturie a neistovitei lor trude, urmele cetăților de odinioară, tulburătoarele piramide egiptene și aztece, coloșii de piatră din Insula Paștelui, Persepolis-ul, orașele asiro-babiloniene, templele de la Baalbek, Ajanta și Ellora, Acropolis-ul și Agrigento-ul. Cît a însemnat acea forță de atunci și ce reprezintă ea față de energiile de care are astăzi nevoie lumea contemporană rezultă dintr-o simplă comparație : convertită în kilowați, **o singură tonă de cărbune furnizează azi tot atîta energie cîtă s-ar fi născut din truda a 14 sclavi pe timp de un an.** Dacă ținem sea-

Dispunem de o sursă energetică inepuizabilă: ECONOMISIREA ENERGIEI

Prof. dr. ing. REMUS RADULET
vicepreședinte al Academiei,
rector al Universității populare București

— Omenirea își pune cu o deosebită gravitate problema viitorului său propriu, legat de viitorul energiei. Care este, în această privință, responsabilitatea omului și a societății ?

— De cînd producția industrială constituie principalul mijloc de sporire substanțială a productivității muncii și deci și de ridicare a nivelului de viață al popoarelor, omenirea a orientat o parte tot mai mare din activitatea și din investițiile ei spre amenajarea

ma că, în 1971, o țară ca Franța a consumat, sub formă de antracit, petrol, gaz natural sau energie hidroelectrică, echivalentul a 230 milioane tone de cărbune, putem calcula că, pentru a-și acoperi nevoile de energie, ar fi trebuit să apeleze la forța a 3,2 miliarde de oameni, adică la aproape întreaga populație a globului. „Dacă prin cine știe ce miracol — scrie energeticianul sovietic Iuri Ersov — un om care se bucură de toate binefacerile civilizației moderne ar fi transplantat în epoca romană, ar fi nevoie ca pentru satisfacerea cerințelor sale zilnice de surse energetice să i se pună la dispoziție forța musculară a 80 de sclavi".

Secolul unui copil teribil cu nume de femeie

Aceste comparații nu sînt menite decît să ne evoce și mai plastic stadiul de dezvoltare la care a ajuns omul zilelor noastre prin cucerirea energiei. Numai **cu o sută de ani în**

Unul dintre vechile vise ale omului a fost să smulgă fulgerele din pumnul lui Jupiter. Deocamdată, această energie se scurge în pămînt captată de paratrăsnete

progresivă a purtătorilor energiei necesare producției industriale. La noi, de exemplu, investițiile în ramurile energeticii au crescut an de an, înscriindu-se printre cele mai importante în ansamblul investițiilor noastre în economia națională.

Cum sursele inepuizabile — apele, radiația solară, vîntul, mareele și sursa geotermică — chiar și cînd vor fi complet amenajate pînă la limitele economicității, nu vor putea acoperi singure nici pe departe consumurile anuale de energie, sporite, necesare omenirii, munca și investițiile s-au orientat tot mai mult spre amenajarea surselor clasice, **epuizabile** — pe care le constituie **combustibilii fosili** — iar de vreo cîteva decenii și a **purtătorilor de energie nucleară.**

Rezervele cunoscute ale planetei noastre, situația actuală și dinamica creșterii consumurilor anuale de țiței și gaze naturale arată însă că aceste rezerve mai ieftine vor fi practic epuizate în nu prea multe decenii. Numai cărbunii constituie o rezervă substanțial mai mare, dar și mult mai scumpă — și ar putea amîna deci numai cu vreun secol epuizarea surselor clasice de energie. Îngrijorarea omenirii în fața perspectivei epuizării acestor surse a fost atenuată, dar nu înlăturată, prin descoperirea purtătorilor de energie nucleară de fisiune, ca uraniul, precum și a energiei de fuziune. Eforturile tehnicienilor au condus însă pînă acum la soluții de control tehnic al producerii la scară industrială de energie nucleară numai în sectoarele nucleare de fisiune, cu neutroni lenți, care pot folosi doar o mică fracțiune

urmă, cantitatea de energie folosită de omenire era furnizată într-o proporție de 15 la sută de forța mușchilor omului, 73 la sută de către animale și doar 6 la sută de către mașinile hidraulice, morile de vînt și motoarele cu aburi. Astăzi, din totalul colosalei energii necesare omenirii, **numai 1 la sută este furnizată de forța umană și animală, restul de 99 la sută fiind produsă de către motoare.** De la singurul motor termic de acum o sută de ani — cazanul cu aburi — s-a trecut la turbina cu vapori, de la motorul cu explozie internă al începutului de secol, la turbina cu gaz și la turboreactor. Secolul nostru nu numai că a pus la dispoziția omului o cantitate din ce în ce mai mare de energie, dar a schimbat structural modul de a o elibera și a o utiliza. De la energia în exclusivitate calorică a Evului mediu, secolul XIX a impus pe primul loc energia mecanică, astăzi prioritatea revenind, în mod absolut, energiei electrice. Pe drept cuvînt, secolul nostru a fost supranumit **secolul electricității.**

Peste douăzeci de secole de luptă pentru captarea energiei Pămîntului și punerea ei în slujba omului se confundă cu însăși istoria umanității pe parcursul a două milenii. De la Arhimede — inventatorul unui tun cu aburi, și Heron din Alexandria, constructorul primului model al turbinei cu vapori — s-au scurs neîngăduit de multe secole care au așternut uitarea peste aceste geniale descoperiri ale antichității, în așa fel încît savanții secolului al XVII-lea, francezul Denis Papin, olandezul Christian Huygens, englezii Robert Boyle și Thomas Newcomb au trebuit să pornească, în cercetările lor asupra forței vaporilor de apă, aproape de la zero. James Watt, pe al cărui mormînt din Westminster scrie : „El a sporit forțele omului", a construit primele mașini industriale cu aburi din care s-a născut turbina de mai tîrziu.

Acest copil teribil cu nume de femeie — Energia — omniprezent în ultimul veac în toate activită-

Utilaje românești de înaltă tehnicitate pentru hidrocentralele țării

din energia nucleară din uraniu. Reactoarele reproducătoare, cu neutroni rapizi, care să poată utiliza o parte incomparabil mai mare din această energie și să depășească astfel rezervele clasice, își așteaptă încă soluția la scară industrială.

— *Socialismul este vital interesat în producția de energie. El a făcut enorm în această direcție, declanșînd operațiunea „Captarea tuturor energiilor". Ce trebuie făcut ca viitorul să ne fie sigur în acest domeniu ?*

— Interesul socialismului pentru producția de energie este în adevăr esențial, în direct raport cu misiunea lui de a crea la locul de muncă condițiile în care omul să se simtă realizat în propria sa activitate profesională, pentru ca adevărata lui viață, cu valorile ei fundamentale, să înceapă la începutul zilei de muncă și nu — ca în societatea capitalistă — după sfîrșitul ei. Fără un aport sporit de energie nu se poate dezvolta însă nici automatizarea simplă și nici cea complexă, sprijinită de calculatoare, care îl eliberează pe om de muncile stereotipe, algoritmate, lungi și obositoare, și-i permite să se dedice activităților nealgoritmabile sau cel puțin nealgoritmate, în care omul să-și simtă realizat idealul de creație al vieții sale.

Spre a asigura acest aport sporit de energie, trebuie sporite randamentele de generare a energiei electrice din surse termice, prin parametri înalți, trebuie atrași în circuitul energetic purtătorii pe care-i constituie combustibilii inferiori și rezervele secundare, trebuie grăbită trecerea la centrale nuclear-electrice.

tile umane, a creat o nouă civilizație. **Născută din energie, trăind din energie, lumea contemporană își pune grave întrebări cu privire la viitorul ei, care nu poate fi văzut decît prin viitorul energiei.** Va fi oare Terra capabilă să satur **foamea de energie a lumii moderne ?**

Cărbunele: din rege — cenușăreasă

Volumul de energie obținută de om în ultimii 15 ani s-a dublat, ajungînd în 1971 la echivalentul a 7,5 miliarde tone de cărbune (măsură convențională, conform căreia o tonă de petrol sau o mie de metri cubi de gaz corespund valorii calorice a 1,5 tone cărbune, așa după cum o mie de kilowați-oră dau echivalentul energetic a 0,33 tone cărbune). Această producție de energie se va dubla pînă în anul 1985, **ajungîndu-se în anul 2000 la 25 miliarde tone-echivalent-căr-**

În toate aceste condiții, responsabilitatea actuală a cercetătorului din specialitate e mult mai mare decît a laicului în această problemă, iar responsabilitatea inginerului, a inventatorului e și mai mare decît a cercetătorului.

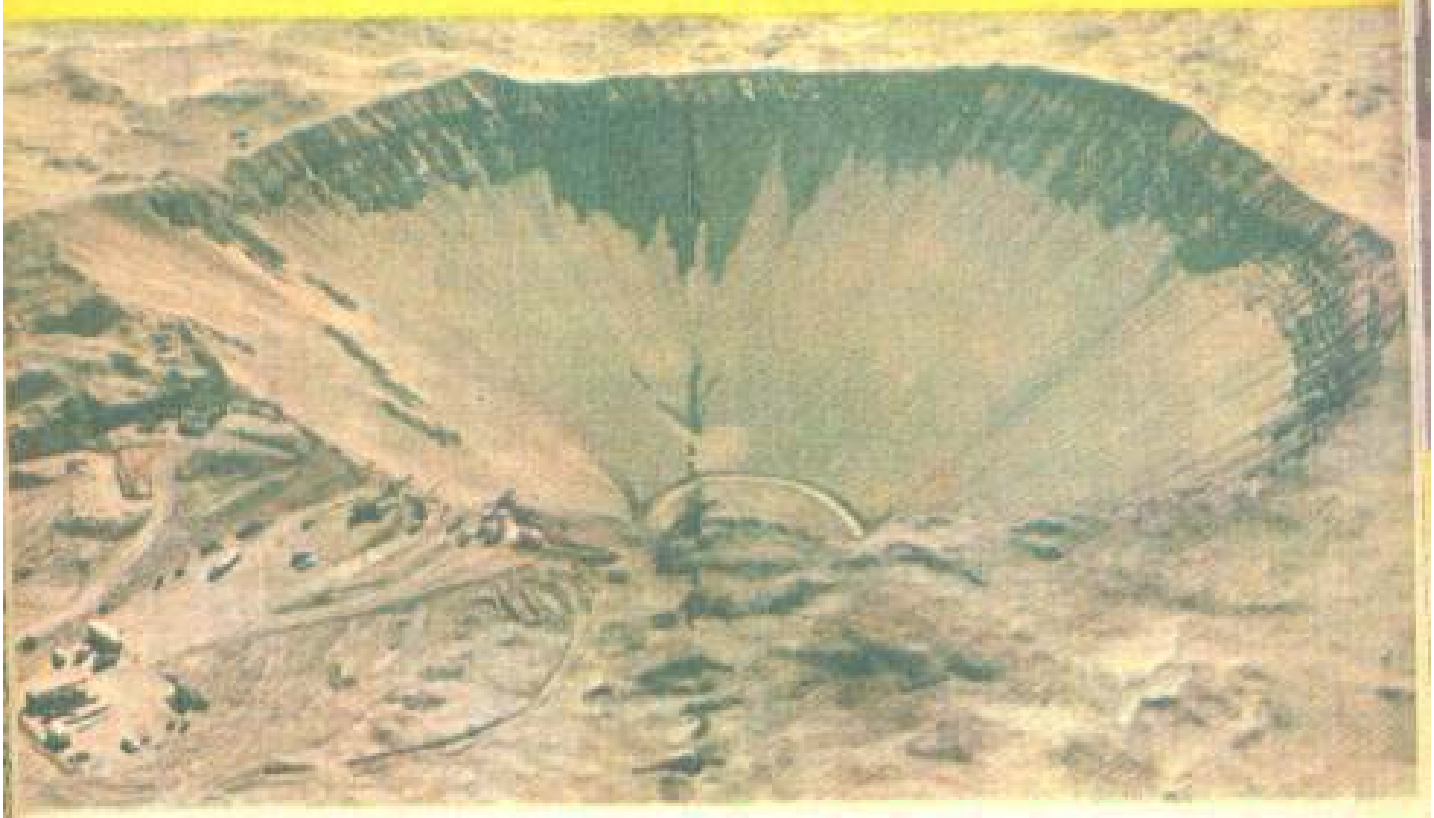
Știința și-a făcut datoria față de metodele clasice de generare, de transport, distribuție și utilizare a energiei, punînd la dispoziția tehnicii principiile științifice ale acestor procese. Tehnica și-a făcut numai în parte această datorie. Tehnologii importante ale transportului energiei la foarte mare distanță, ale energeticii hidrogenului, precum și ale procedeelor — în fond tot clasice — de generare a energiei electrice pe cale magnetohidrodinamică și prin pilele de combustie sînt încă în curs de dezvoltare sau se mai lasă așteptate. Știința și-a făcut și datoria față de generarea de energie prin fisiune, pe cînd tehnica încă nu a reușit să învingă dificultățile generării energiei în reactoarele cu neutroni rapizi. Dar nici știința și nici tehnica nu și-au îndeplinit încă datoria în cele mai multe probleme ale generării de energie prin fuziune.

Răspunderea consumatorului de energie este doar aparent mai mică. Ea privește în special **buna gospodărire a energiei pe care o manipulează, evitarea risipei.**

Prognoza și decizia din planificarea dezvoltării energeticii, împreună cu stabilirea măsurilor de promovare a acestei dezvoltări, sînt principalele domenii în care responsabilitatea aparține societății.

— *Cît de necesară este și cum se poate realiza o* educație e-

Craterul din imagine — adînc de 95 m și larg de 574 m — nu a fost produs de o erupție vulcanică, ci de explozia unei bombe cu hidrogen de 100 kilotone. Ea a dislocat, în cîteva secunde, 12 milioane tone de pămînt (o experiență în vederea construcției de canale). În stînga imaginii se disting echipele de intervenție care măsoară intensitatea radiațiilor de după explozie



nergetică a publicului larg ?

— Cînd eram în liceu ni s-au predat la cursul de Geografie economică resursele minerale, animale și vegetale ale țărilor etc., însă, practic, nu ni s-a spus aproape nimic despre resursele și producția lor de energie. E necesar ca, încă din școala generală de 10 ani, elevul să cunoască principalele probleme ale gospodăririi energiei, ale resurselor și repartiției pe glob a purtătorilor epuizabili și inepuizabili de energie, precum și ale consumului și nevoilor de energie ale omenirii. Trebuie ca la cursurile de fizică și chimie să afle mai aprofundat decît în trecut principiile generării energiei electrice prin procedee clasice și neclasice, inclusiv nucleare, problemele poluării mediului prin această generare și incidențele ei ecologice, ca și problemele transportului și utilizării energiei, inclusiv mijloacele și tehnicile respective.

În afara acestor măsuri, privitoare la programul de învățămînt, ar fi de dorit ca sistemul culturii de masă și mass-mediile noastre — și în special televiziunea — să acorde atenția cuvenită expunerii problemelor energiei, iar editurile să publice lucrări de popularizare. Se va forma, printr-o astfel de educație, un **curent de opinie**, o sensibilizare a publicului privitoare la economia energiei, cu consecințe directe, favorabile **asupra creșterii responsabilității generale față de utilizarea gospodărească a energiei și a combustibililor.**

„Mîna electronică" la lucru. Reproducînd cu fidelitate cele mai fine mişcări ale degetelor omeneşti, ea este singura „mînă" capabilă să manipuleze substanţele radioactive sau barele de uraniu din reactorul nuclear

bune, ceea ce, la o populaţie mondială de 7 miliarde, va reprezenta aproximativ patru tone „cărbune" de locuitor, adică consumul mediu care revine astăzi fiecărui european. Cifra nu este exagerat de mare, dar, ca volum global, ea reprezintă totuşi **de peste patru ori consumul mondial de energie al anului 1971, cînd, pentru prima oară, s-a lansat alarma crizei de energie.**

Secolul al XIX-lea a fost **secolul cărbunelui.** Pe această sursă de energie, Europa şi Statele Unite şi-au edificat, în principal, puterea industrială. Cărbunele a fost combustibilul fosil care, pînă la sfîrşitul deceniului al treilea al secolului nostru, furniza Europei 90 la sută din necesarul de energie, în vreme ce petrolului, folosit în primul rînd în calitate de carburant, nu-i revenea decît 1 la sută în cadrul balanţei energetice a continentului nostru. Pînă la izbucnirea celui de-al doilea război mondial, situaţia a rămas, în linii mari, neschimbată. Bătălia pentru cărbune avea să constituie, pentru încă un deceniu, principalul răspuns la penuria de energie, resimţită tot mai acut în ţările europene. Ea a suscitat imediat după război strigăte patetice ; calculele de perspectivă ale

— Care sînt căile concrete privind utilizarea raţională a energiei ?

— Economisirea se obţine prin reducerea consumurilor specifice, modernizînd şi completînd dispozitivele necesare sporirii randamentului cazanelor de abur sau al cuptoarelor industriale, reducînd pierderile de căldură ale instalaţiilor consumatoare prin ameliorarea izolaţiilor, valorificînd resursele secundare industriale (cum este căldura din gazele fierbinţi ce se evacuează din instalaţii în aer sau în apă), înlocuind arzătoarele prin altele, cu randament mai mare şi ardere reglată automat, sau înlocuind tehnologiile vechi cu altele noi, care au nevoie de mai puţină energie pentru aceleaşi produse, optimizînd repartiţia sarcinii pe centralele electrice ale sistemului energetic, îmbunătăţind indicii de utilizare a mijloacelor de transport şi efectuînd transporturile cu viteza care determină un consum minim etc.

Se apreciază că **prin astfel de măsuri economia noastră naţională ar putea realiza pînă în anul 1980 o economie de surse de energie echivalentă cu 10 milioane tone de combustibil convenţional.** Munca şi celelalte mijloace economisite în acest fel se pot folosi — în proporţiile de 40% şi 60% — pentru producere de energie şi dezvoltare industrială suplimentară ; iar producţia totală mai mică de energie va reduce în acelaşi timp poluarea mediului şi dezechilibrul ecologic care s-ar produce altfel — şi deci şi mijloacele necesare pentru stăpînirea lui.

statelor Europei occidentale, lipsite de o reală știință a planificării, au exagerat în bună măsură cerința balanței energetice — și astfel, paradoxal, prin extrageri masive din minele țărilor tradițional-producătoare, s-a ajuns de la o penurie de cărbune (înlocuit grabnic de combustibilii lichizi) la stocări imense și la o criză inversă ; de aici, la închiderea succesivă, în cursul anilor '60, a numeroase mine din principalele bazine carbonifere ale Europei occidentale.

Ce s-a întîmplat în realitate ? Așa cum atestă un recent studiu publicat de organul de presă al Pieței comune, specialiștii occidentali, obsedați de criza energetică, au pierdut din vedere ascensiunea discretă, dar irezistibilă a unui nou venit în producția de energie a lumii : **petrolul.** Începînd din 1950, producția mondială de petrol a înregistrat o vertiginoasă creștere, ajungînd de la 540 milioane de **tone la 2 470 milioane tone în 1972, adică la dublarea ei cu fiecare deceniu.** Punerea în exploatare a unor masive zăcăminte în Orientul Apropiat și în Nordul Africii provoca o redutabilă concurență cărbunelui, apariția petrochimiei și tot mai rentabila folosire a produselor „negre" în energetică detronînd cărbunele de pe poziția sa de „rege" al principalelor forțe mecanice destinate obținerii energiei necesare marilor industrii.

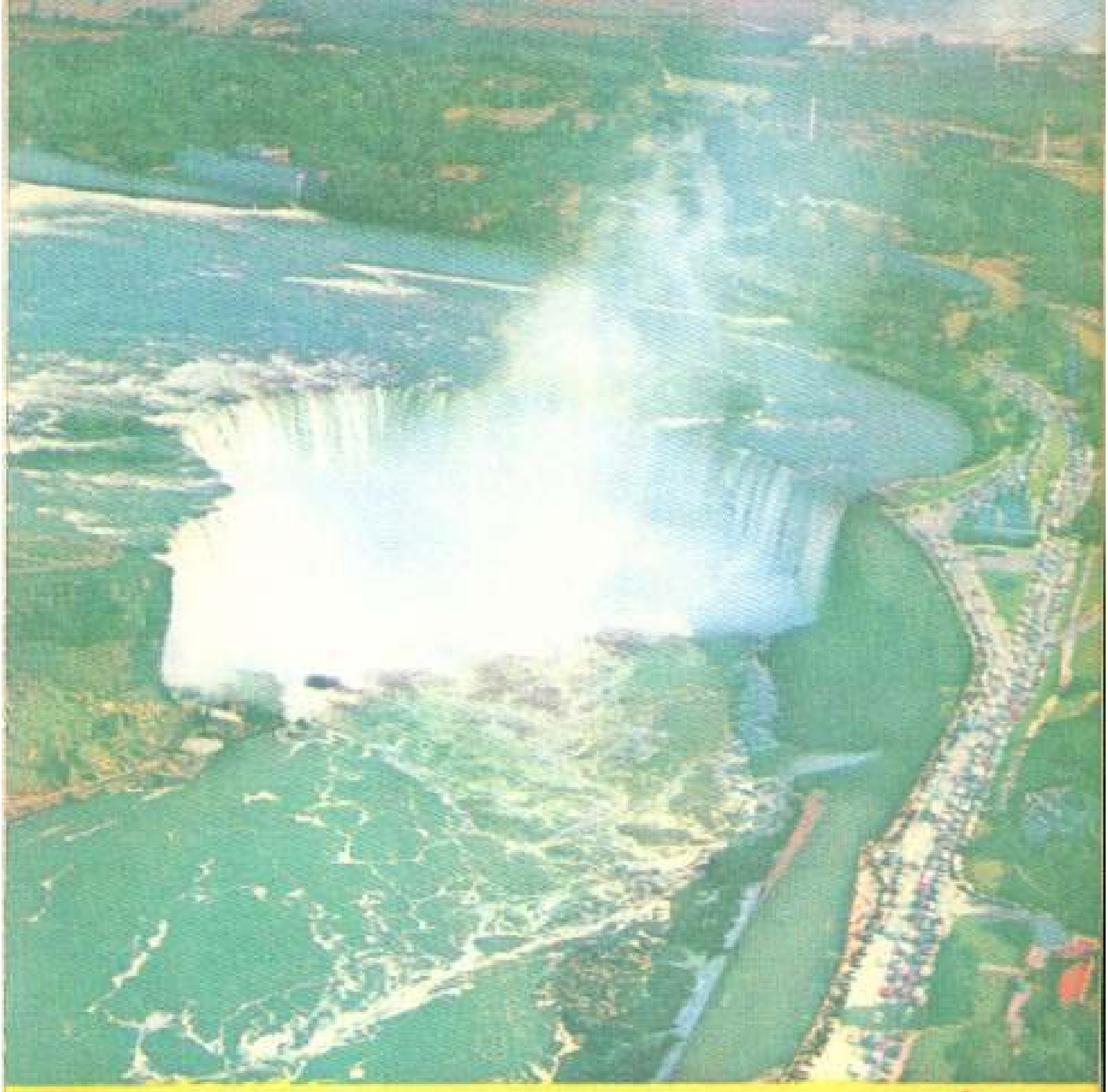
Handicapat de limitarea producției prin acorduri suprastatale, handicapat de „înghețarea" prețurilor, de dificultățile de extracție de la profunzimi tot mai mari, cu o tehnologie greoaie, cărbunele n-avea să reziste șocului unui concurent care dispunea de atu-uri redutabile : nereglementarea producției, relativa apropiere de piețele de desfacere, ușurința transportului și a manevrării, posibilitatea folosirii lui (prin conjuncturi impuse statelor producătoare) **sub prețul real** al valorii sale intrinseci. Criza Suezului, în aparență favorabilă reîntronării cărbunelui în drepturile sale, avea în realitate să întărească poziția petrolului. Aceasta a dus la extinderea prospecțiunilor petroliere către Africa de Nord și Sahara, la intensificarea căutărilor de noi zăcăminte petrolifere în Europa, în special sub platforma continentală a Mării Nordului, la construirea tancurilor petroliere de mare tonaj al căror navlu avea să demonstreze rentabilitatea navelor-gigant și să le deschidă un viitor sigur.

Detronat, cărbunele avea să lase petrolului terenul unei adevărate revoluții tehnice. Pînă și într-o țară ca Anglia, care, vreme de două secole, și-a edificat industria aproape în exclusivitate pe cărbune, scenariul evoluției energetice n-avea să fie altul decît cel cunoscut de majoritatea țărilor europene. Acestea își văd perspectiva energetică legată tot mai mult de petrol, a cărui masivă irumpere pe piețele europene va continua, după unii experți, să se accentueze, **ajungînd în 1985 să furnizeze peste 60 la sută din necesarul de energie.**

Petrolul-rege va fi, la rîndul său, detronat ?

O recapitulare a acestei situații, conform opiniei specialiștilor occidentali (Raportul Comitetului petrolului al Organizației de Cooperare și Dezvoltare Economică — O.C.D.E. — Paris, 1973), se impune de la sine. În cursul anilor '60, cererea mondială de energie primară a crescut cu 4,9 la sută pe an. Combustibilii solizi, conform tendinței din ultimii ani, au continuat să piardă teren, în vreme ce mai mult de jumătate din creșterea absolută a consumului de energie a fost furnizată de combustibilii lichizi. Se prevede că, **în deceniul actual, creșterea va atinge o medie de 5,6 la sută pe an, petrolul continuînd să-și accentueze ponderea.** Printre celelalte forme de energie, creșterea cea mai rapidă va fi înregistrată de energia nucleară.

Așadar, pentru etapa actuală, **cuvîntul energie devine sinonim cu petrol.** Se prevede că pînă în 1980 cererea mondială de petrol va atinge 4 miliarde de tone pe an, cantitate ce poate fi acoperită de rezervele cunoscute. În ultimul deceniu, harta planetară a exploatărilor petroliere a cunoscut sensibile mo-



Cascada Niagara, perla turismului americano-canadian, este nevoită să-şi împartă programul spectaculoaselor sale căderi de apă între serviciile turistice (12 ore pe zi) şi alimentarea turbinelor unei hidrocentrale care lucrează în celelalte 12 ore ...noaptea

dificări. În primul rînd, America de Nord şi-a pierdut locul de frunte în favoarea Orientului Mijlociu, care deţine astăzi aproximativ 29 la sută din producţia mondială. În al doilea rînd, Africa şi-a căpătat un loc important în rîndul zonelor producătoare de petrol, beneficiind într-o mare măsură de apropierea principalelor pieţe europene de consum. Ţările socialiste — consemnează raportul citat — continuă să deţină o şesime din producţia mondială de petrol.

S-au făcut nesfîrşite calcule şi rezultatul rămîne acelaşi : **rezervele de combustibili fosili, solizi şi lichizi, sînt epuizabile şi marea devoratoare de energie — industria modernă — se apropie cu paşi siguri de o inevitabilă penurie de combustibili.** Cînd se va produce aceasta ? Peste un an sau doi ? Peste un de-

ceniu sau peste un secol ? Constatările, chiar și cele ale iremediabililor optimiști, conduc la o realitate implacabilă : **penuria a și început.** Criza, enunțată mai intîi doar ca un spectru îndepărtat, se și consumă, în ciuda faptului că rezervele de combustibili, recalculate, îmbogățite cu valorile noilor descoperiri, s-au dovedit a fi mult mai mari în comparație cu cele prevăzute în urmă cu cîteva decenii.

Resursele energetice în patul lui Procust

Și totuși, cît timp vor satisface nevoile de energie mereu crescînde aceste rezerve închise sub scoarța terestră ? După specialistul englez Tony Loftas, autorul unui atlas mondial al resurselor, ele vor putea răspunde în mod sigur nevoilor energetice ale omenirii pînă la jumătatea secolului viitor și, probabil, chiar dincolo de acest termen „fatidic" Calcule anterioare, mult mai pesimiste, erau stîrnite de creșterea galopantă a consumurilor care, în prima jumătate a secolului nostru, s-au triplat. Din 1950 pînă în 1973 ele s-au mai triplat o dată. **În actualul deceniu, cererea mondială de energie va crește în fiecare an cu echivalentul aproximativ a 300 milioane tone de cărbune, cantitate ce corespunde cu întreaga producție anuală a Europei occidentale.**

Această cerere va continua să se audă tot mai impetuos din partea statelor puternic industrializate, realitate demonstrată și de faptul că, în 1971, America de Nord, Europa occidentală și Japonia au „înghițit", singure, 69 la sută din producția mondială de energie. Rezer-

Macheta unei centrale atomice de pe țărmul Caspicei. O parte din energia produsă e destinată desalinizării apei de mare

Soluția rațională se află în mîinile noastre

Acad. VALENTIN PETROVICI GLUȘKO
savant energetician, fondator al construcției motoarelor de rachetă din U.R.S.S., laureat al Premiului „Lenin"

— Opiniile privind viitorul energiei se confruntă. Presa din întreaga lume dezbate o temă la zi : criza de energie. Cîtă oportunitate și cîtă exagerare găsiți în această confruntare de opinii ?

— Abordarea problemei „foamei de energie" capătă uneori în presă forme atît de acute încît se pune sub semnul întrebării însăși posibilitatea dezvoltării societății omenești în viitor. Progresul se construiește pe temeiul dezvoltării energeticii, fără de care e inimaginabilă înflorirea ramurilor de bază ale activității umane, ale științei, tehnicii și culturii privite în ansamblul lor. Și nu întîmplător nivelul

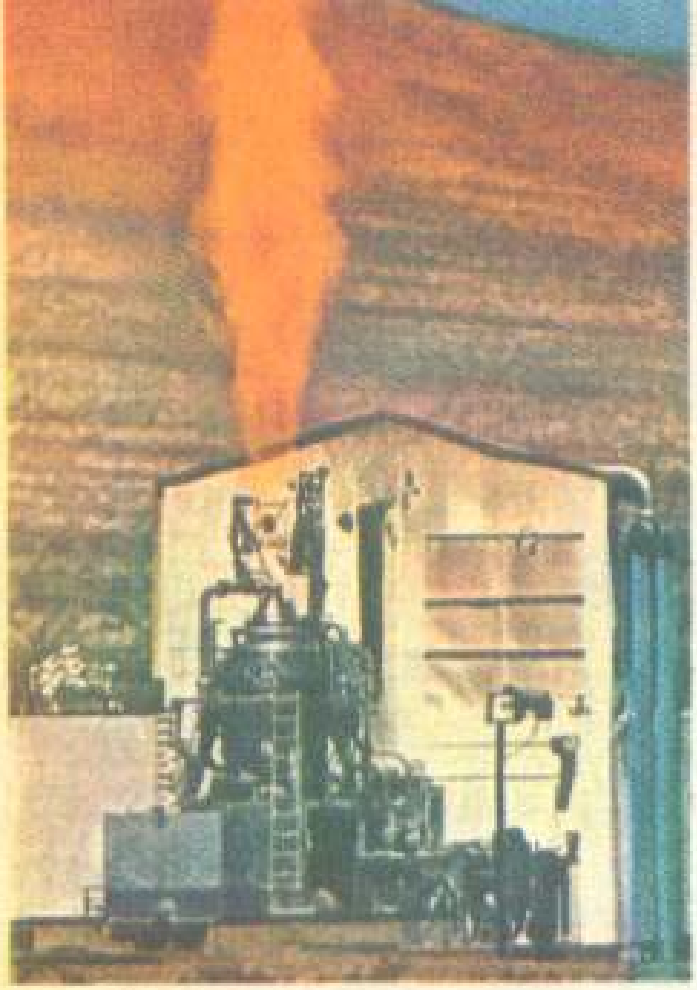
dezvoltării industriale a țărilor, ca și nivelul de trai al populațiilor respective se stabilesc în funcție de energia produsă pe cap de locuitor.

Atunci cînd este vorba de criză energetică sau de „foamete", se cuvine, firește, să disociem problemele globale de cele locale. În diverse țări, această problemă poate căpăta aspecte diferite. Repartiția bogățiilor naturale ale planetei este inegală, detectarea acestor bogății în diferite țări nu se efectuează cu scrupulozitate egală, iar nivelul și gradul de utilizare a resurselor energetice se pot deosebi tot atît de esențial. Organizarea economiei din diferite țări trebuie să țină seama de aceste condiții, așa că rezolvarea problemelor locale depinde de căile unei mai bune valorificări și utilizări a resurselor proprii și a unei colaborări economice coordonate cu celelalte țări.

Problema fundamentală a energeticii viitorului este o problemă globală, de soluționarea căreia depinde întreaga dezvoltare ulterioară a societății umane. Unele publicații reflectă această problemă în culori negre, cu totul nejustificate. Dar și aici există un avantaj, și anume faptul că ele obligă lumea să mediteze cu mai multă gravitate la problema reală care există pentru toți cei ce s-au deprins să cheltuiască energie fără a se gîndi la sursele ei.

— *În ceea ce privește asigurarea viitorului energetic al omenirii, sînteți optimist ?*

— Asigurarea cu resurse energetice a nevoilor societății omenești în dezvoltare nu este nicidecum o chestiune ivită pe neașteptate și a cărei soluționare poate amîna punerea în sine a problemei. Dimpotrivă, e vorba de o problemă permanentă, care se poate rezolva numai printr-o muncă neîn-



Motor de rachetă care funcționează în Nevada. El nu este altceva decît un minireactor nuclear capabil să ridice hidrogenul la o temperatură de cîteva mii de grade spre a fi ejectat cu putere în afară. Pentru ca motorul experimental să nu-și ia zborul în aer, el a fost montat în poziție inversă, adică cu forța de înaintare spre pămînt

vele de care dispun acestea nu se ridică însă la mai mult de 9 miliarde tone, adică aproximativ 11 la sută din totalul mondial. În schimb, țările din Orientul Mijlociu și de pe continentul african, care dețin la un loc 66 la sută din rezervele mondiale verificate, n-au consumat în același an decît 4 la sută din producția globală de petrol. Restul lumii, dispunînd de 23 la sută din rezervele cunoscute, a consumat 27 la sută din producția mondială. Iar acest „dezechilibru fundamental", cum îl numește T. Loftas, are tendința să se accentueze.

● ●

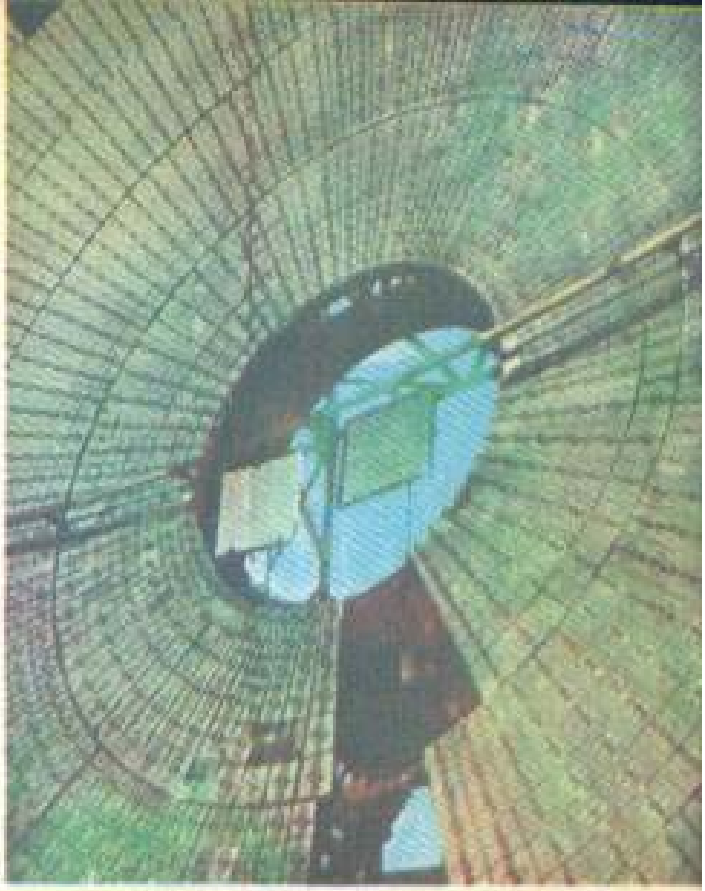
treruptă și divizată în etape. Sarcinile cele mai urgente sînt : **organizarea mult mai economică a extracției resurselor energetice ; crearea unor instalații industriale cu un mai înalt coeficient de utilizare a diferitelor resurse naturale de combustibili prin prelucrarea energiei calorice și electrice ; planificarea echilibrată a unei cheltuiri mai economice a energiei prelucrate, în funcție de nevoile reale.**

Totodată, trebuie realizată în mod planificat o mai eficientă cercetare, efectuată pe suprafața Pămîntului și în Cosmos, a resurselor energetice naturale. În sfîrșit, în principalele laboratoare din lume trebuie căutate intens căile utilizabile industrial pentru punerea în valoare a unor noi surse de energie și, în primul rînd, ale energiei termonucleare. Soluționarea cu succes a problemei utilizării pe scară largă a reacției termonucleare dirijate, indiferent de abundența izvorului natural de materie primă energetică, nu va îngădui decît să se treacă la o etapă nouă de asigurare îndelungată, însă tot vremelnică, a nevoilor energetice. În prezent însă nu sînt motive de neliniște în ce privește asigurarea etapelor următoare ale dezvoltării societății omenești. Pînă atunci, creierul omului va descoperi destule surse care astăzi nu ne sînt cunoscute și în mîinile urmașilor noștri vor intra noi izvoare de energie destinate satisfacerii nevoilor omenirii în plină dezvoltare.

Totuși, mult mai curînd, va apărea o altă problemă energetică. Progresul este de neînchipuit fără o dezvoltare neîncetată a energeticii, însoțită de sporirea energiei de care dispune și pe care o utilizează omul. Dar în cele din urmă s-ar putea ivi un moment critic de distrugere a

Îngrijorarea nu izvorăşte numai din certitudinea epuizării rezervelor cunoscute, ci, indeosebi, din dezechilibrul existent între statele mari consumatoare de energie şi cele care produc combustibilii energetici. Situaţia este fără echivoc. Un pumn de state domină piaţa energetică mondială, iar consumul lor de resurse naturale mereu în creştere se vrea, prin forţa lucrurilor, prioritar faţă de ţările care, de jure şi de facto, îşi manifestă dorinţa firească de industrializare şi progres economic.

„Detronarea" cărbunelui pare a nu fi însă decît temporară ; revenirea lui în competiţia cu petrolul se va produce în viitorul apropiat. Rezervele de cărbune, estimate la 45 000—75 000 miliarde de tone, ar putea satisface consumul mondial de energie la nivelul lui de astăzi, pe timp de 2—3 milenii, dar cu o creştere... de numai 2 la sută pe an, creştere care, după două secole, să stagneze complet. Calculul, în ciuda aparenţei sale obiectivităţi, nu este



Soarele captat pe Terra. Deocamdată, în fază experimentală (Centrala solară din Odeillo — Franţa)

echilibrului caloric natural al Pământului, cînd energia totală ajunsă pe planetă va depăşi în asemenea măsură energia iradiată în spaţiu, încît creşterea temperaturii medii a planetei va duce la modificări climatice globale, la topirea gheţarilor, la inundarea unor mari suprafeţe ale uscatului, precum şi la alte fenomene.

— *Apare firesc întrebarea dacă prezentul, cu consumul lui exagerat de energie, nu compromite însuşi viitorul energiei. Ce preconizaţi pentru evitarea crizei ?*

— Pentru a evita asemenea urmări, sîntem nevoiţi să limităm dezvoltarea energeticii pe Pământ. Iar pentru ca această limitare să nu frîneze dezvoltarea omenirii, **industria de bază producătoare de energie ar trebui mutată în spaţiul cosmic apropiat.** Acolo, în Cosmos, în condiţii de vid şi imponderabilitate, dezvoltarea energetică poate fi nelimitată. În acelaşi timp se rezolvă şi problema evitării poluării planetei care însoţeşte mereu activitatea întreprinderilor industriale. Încă întemeietorul cosmonauticii, K. E. Ţiolkovski, prevestea crearea unor oraşe spaţiale umane, la început în limitele sistemului solar, înzestrate cu o puternică industrie şi folosind larg pentru nevoile lor energia solară şi resursele de materii prime ale corpurilor cereşti din sistemul nostru planetar.

Nu încape îndoială că îngrijorarea manifestată de opinia publică mondială cu privire la viitorul energeticii ca bază de dezvoltare a societăţii omeneşti este oportună. Dar tot aşa de neîndoielnic este şi faptul că **soluţia raţională şi satisfăcătoare a problemei se află în mîinile noastre.**

Avionul — marele consumator de combustibil al epocii moderne. Şi o caligrafie a poluării...

lipsit de o evidentă tendenţiozitate. Plafonarea generală a creşterii consumului n-ar face decît să perpetueze acea „inechitate fundamentală", evocată mai sus, deoarece proporţional cu actuala „repartizare" a folosirii resurselor, tot statelor puternic industrializate le-ar reveni „partea leului", handicapul între ţările dezvoltate şi cele în curs de dezvoltare continuînd să se mărească.

Este drept, inventarierea resurselor a fost întotdeauna de o relativitate uluitoare. În 1938, toate rezervele Pămîntului erau estimate la 4,4 miliarde tone de petrol. În 1958, ele erau de 45 miliarde, în 1968 recalcularea lor ajunsese la 65 miliarde, iar în 1972 la 85 miliarde de tone — ceea ce, în principiu, la ritmul actual de consum, ar putea acoperi numai 37 ani de producţie energetică. Oricît ar părea de paradoxal, se pare că rezervele de carburanţi lichizi şi gazoşi ale Pămîntului „au crescut" pe măsura consumului lor : 500 milioane tone de ţiţei extras în 1950 ; peste 1 miliard în 1960 ; aproape 2,3 miliarde tone în 1971 şi... 4 miliarde tone în 1980 — adică aproximativ atît la cît se evaluau rezervele totale de petrol ale lumii în anul 1938. În realitate, n-avem de-a face cu nici un paradox, ci, pur şi simplu, descoperirea de noi şi noi rezerve s-a adăugat celor cunoscute. Iar ultima cifră avansată, cea care exprimă totalitatea rezervelor de ţiţei — inventariate astăzi la **85 miliarde de tone** — va fi, fără îndoială, corectată de viitor.

Motivele de îngrijorare nu scad însă odată cu aceste succesive revizuiri de inventar... În faţa crizei apar două soluţii : prima — mai dificilă şi care solicită un timp inde-

(Continuare în pag. 353)

O ciupercă atomică înălţată pînă la 14 000 metri. Dunga roşie care traversează gigantica deflagraţie este bordura miezului de foc în care energia eliberată a degajat o temperatură egală cu cea din inima Pămîntului

De la HOMO SAPIENS la HOMO COSMICUS

Cerul înstelat, cu străvechea sa vrajă, a devenit azi un domeniu de explorare directă : astronautul, „homo cosmicus", priveşte firmamentul prin hubloul capsulei de simulare a zborului în cursul antrenamentelor care au precedat zborul real

Un astronom medieval (gravură pariziană din 1498)

Visul lui Icar...

În pofida modestelor lor mijloace astronomice, babilonienii — cu două milenii î.e.n. — au reușit să întocmească hărți cerești foarte riguroase

...înaintașii

Omul a visat dintotdeauna să urce la stele, născocind cele neverosimile vehicule spațiale eroul romanului „Omul în Lun scris de Francis Godwin în 16 se înălța spre Selene pe scîndură trasă de nouă lebe

Și iată cum arată în zilele noastre startul spre stele, în clipa în care o astronavă părăsește rampa de lansare (fotografie cu expunere multiplă)

Visul lui Icar...

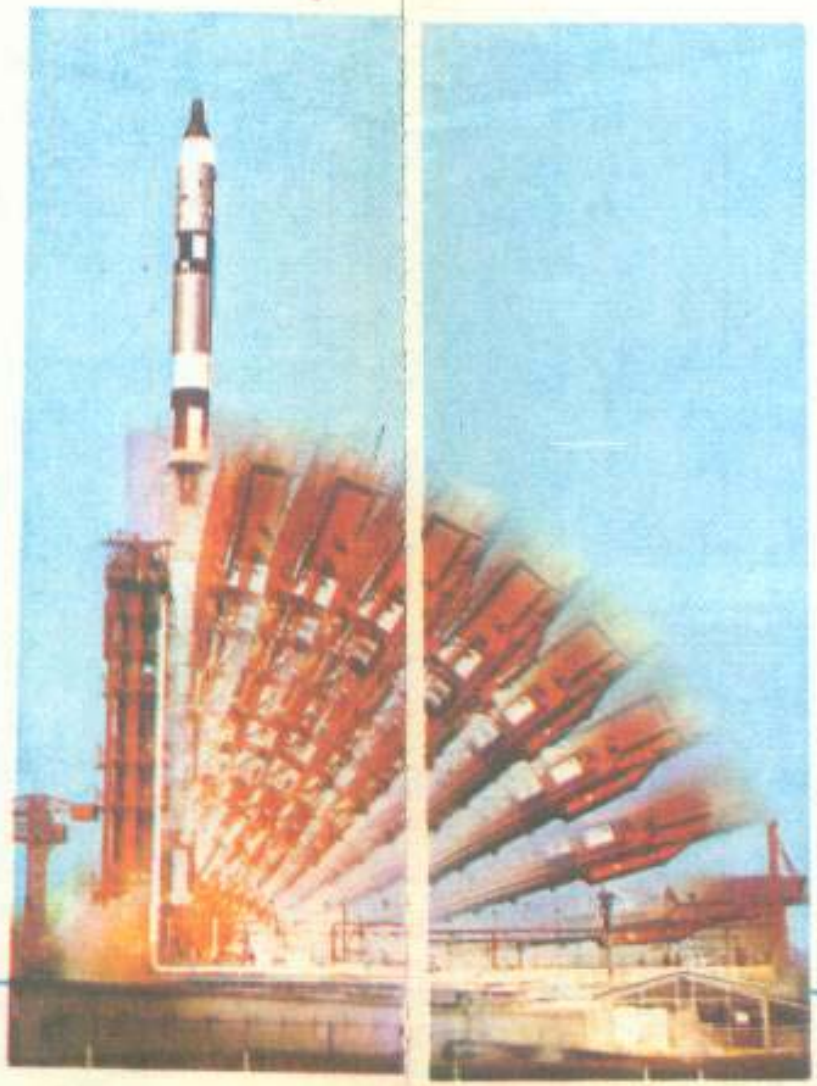
pofida modestelor lor mij-
ace astronomice, babilonie-
— cu două milenii î.e.n.
au reuşit să întocmească
ărţi cereşti foarte riguroase

...înaintaşii

Omul a visat dintotdeauna să se urce la stele, născocind cele mai neverosimile vehicule spaţiale ; eroul romanului „Omul în Lună", scris de Francis Godwin în 1638, se înălţa spre Selene pe o... scîndură trasă de nouă lebede

...iar eroul romanului „Călătorie în Lună" (1649) de Cyrano de Bergerac se ridica în spaţiul cosmic datorită... evaporării parfumului din nişte sticluţe prinse la cingătoare

Şi iată cum arată în zilele noastre startul spre stele, în clipa în care o astronavă părăseşte rampa de lansare (fotografie cu expunere multiplă)



Intîiul sol cosmic al omului a fost un aparat automat : „Sputnicul", care a inaugurat, la 4 octombrie 1957, era spațială

Cu acest „Vostok" a fost lansat la 12 aprilie 1961 Iurii Gagarin — primul „homo cosmicus"

Primul „Saturn" american, lansat în 1961 de la Cape Kennedy, a făcut un salt cosmic de 300 km

Primii soli

Înaintea omului, primul explorator al Cosmosului: Laika, pasagerul de pe „Sputnik" II

În 1961, capsula „Mercury" a trimis în spațiu pe cimpanzeul Ham

Cu acest „Vostok" a fost lansat, la 12 aprilie 1961, Iurii Gagarin — primul „homo cosmicus"

Primul „Saturn" american, lansat în 1961 de la Cape Kennedy, a făcut un salt cosmic de 300 km

În 1961, capsula „Mercury" a trimis în spațiu pe cimpanzeul Ham

Astronauții probează costumele spațiale confecționate din nylon aluminizat ; bineînțeles, „croitorii" sînt prezenți și, ca orice croitori, iau cu grijă măsura... clienților

Ghete și mănuși din garderoba astronauților

Sînt oam

într-un fotoliu co
din fibră de sticl
încearcă cea mai
venabilă poziție
tru evitarea
telor neașteptate
forței gravitați
în timpul deco

Sînt oameni ca dumneavoastră

Globuri pentru pomul de iarnă ? Nu ! Un aliment din bucătăria astronauților : chlorella, o algă extraordinar de bogată în substanțe nutritive și în vitamine

Masa e servită ! Aveți imaginea unui dejun cosmic. Bineînțeles, nici friptura, nici legumele sau cafeaua nu sînt servite în astronavă chiar... pe tavă

într-un fotoliu cosmic din fibră de sticlă se încearcă cea mai convenabilă poziție pentru evitarea efectelor neașteptate ale forței gravitaționale în timpul decolării

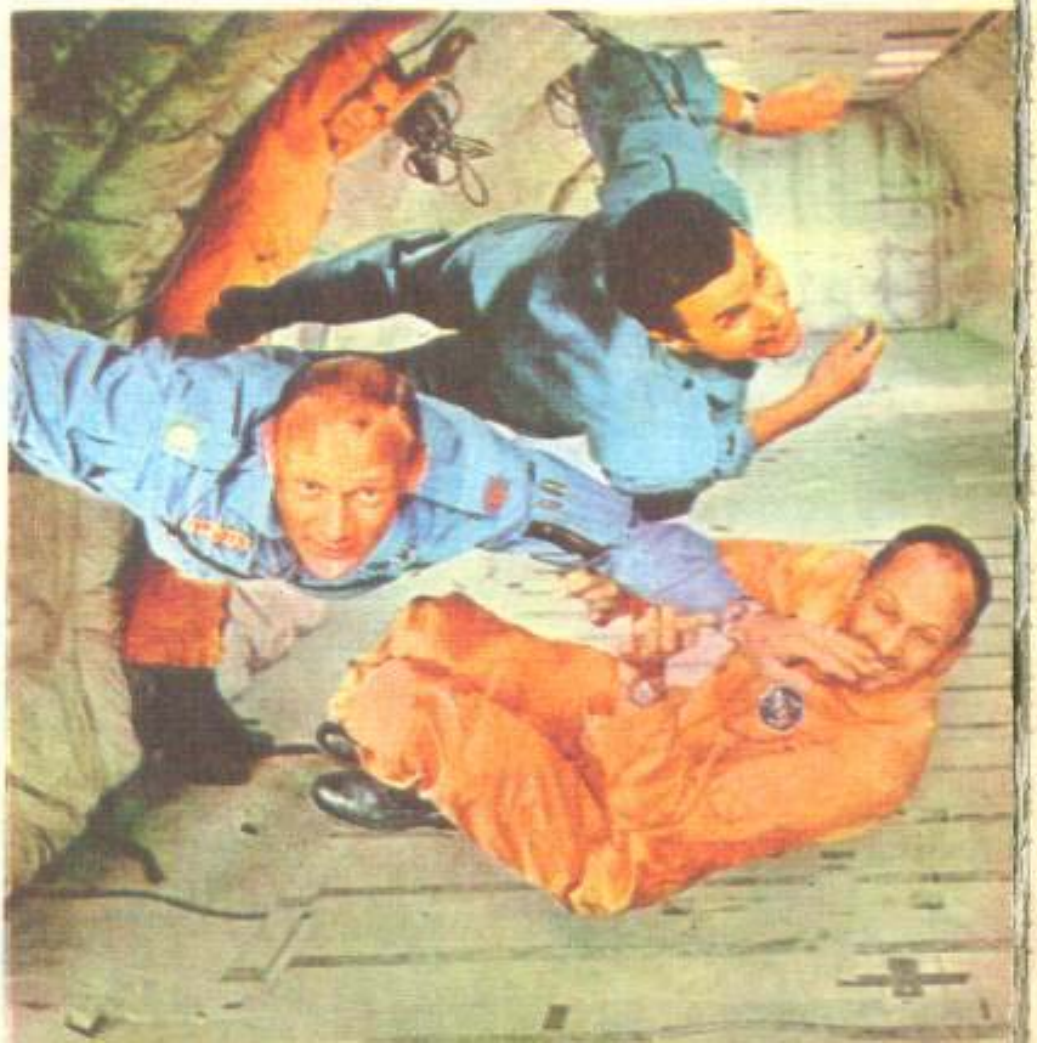
Se poate mînca într-o asemenea poziție ? Deocamdată nici un astronaut nu s-a plîns de lipsa apetitului, indiferent de condițiile sufrageriei spațiale

Sublimele chinuri

Pregătirea pentru zborurile astrale presupune și impune cele mai crîncene antrenamente terestre

Starea de imponderabilitate... se învață ! Însă nu întotdeauna surîsul cinematografic însoțește istovitoarele, repetatele exerciții (făcute de obicei în avioane speciale)

Cine știe ce va avea de înfruntat astronautul pe o altă planetă ! Traversarea junglei fără alte arme decît un simplu cuțit face parte dintre probele obligatorii la școala curajului



chinuri

Cine știe ce va avea de înfruntat astronautul pe o altă planetă ! Traversarea junglei fără alte arme decît un simplu cuțit face parte dintre probele obligatorii la școala curajului

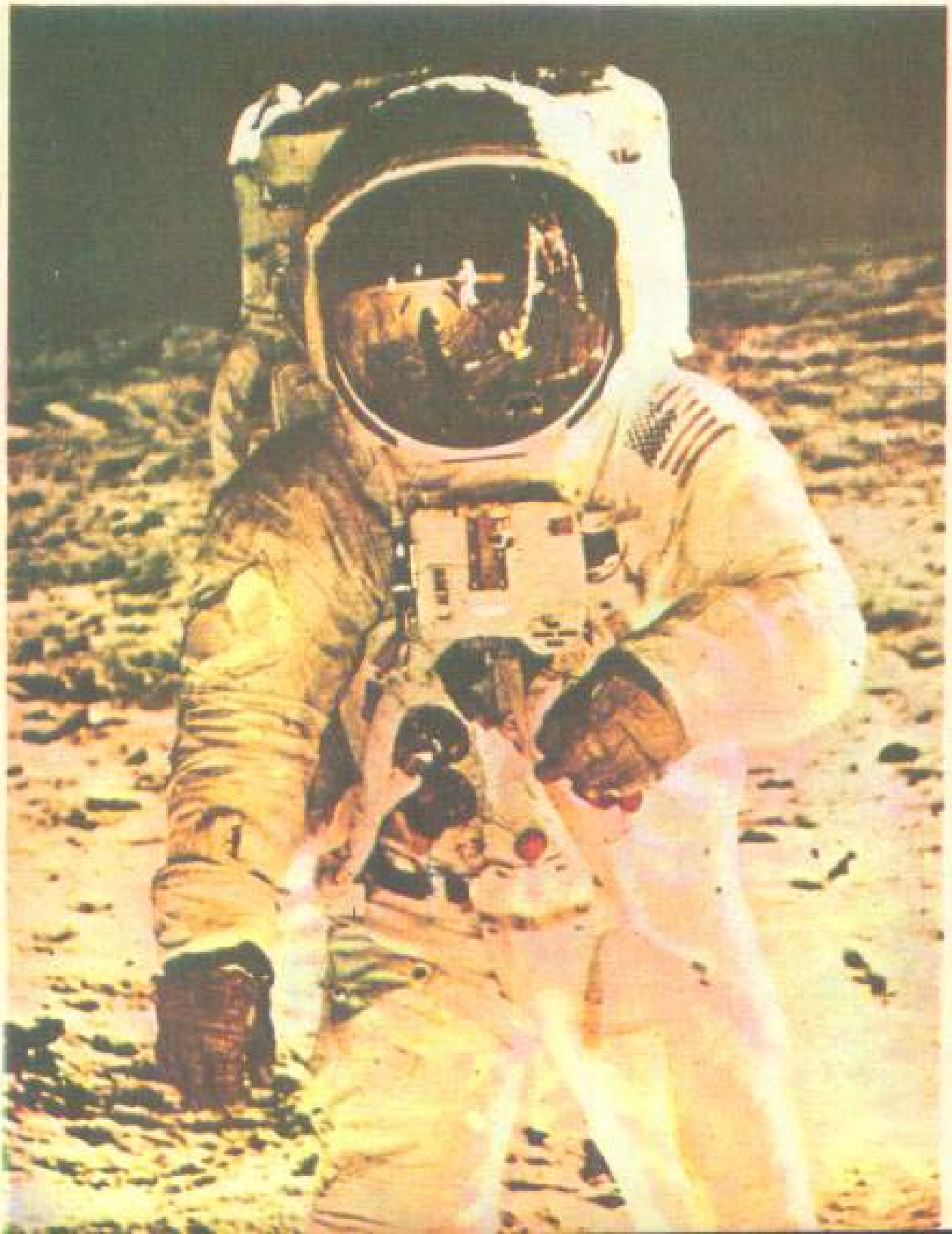
Această veche ilustrație la prima ediție a cărții lui Jules Verne „De la Pămînt la Lună" atestă că vizionarii fantaști știau și ei cîte ceva despre imponderabilitate

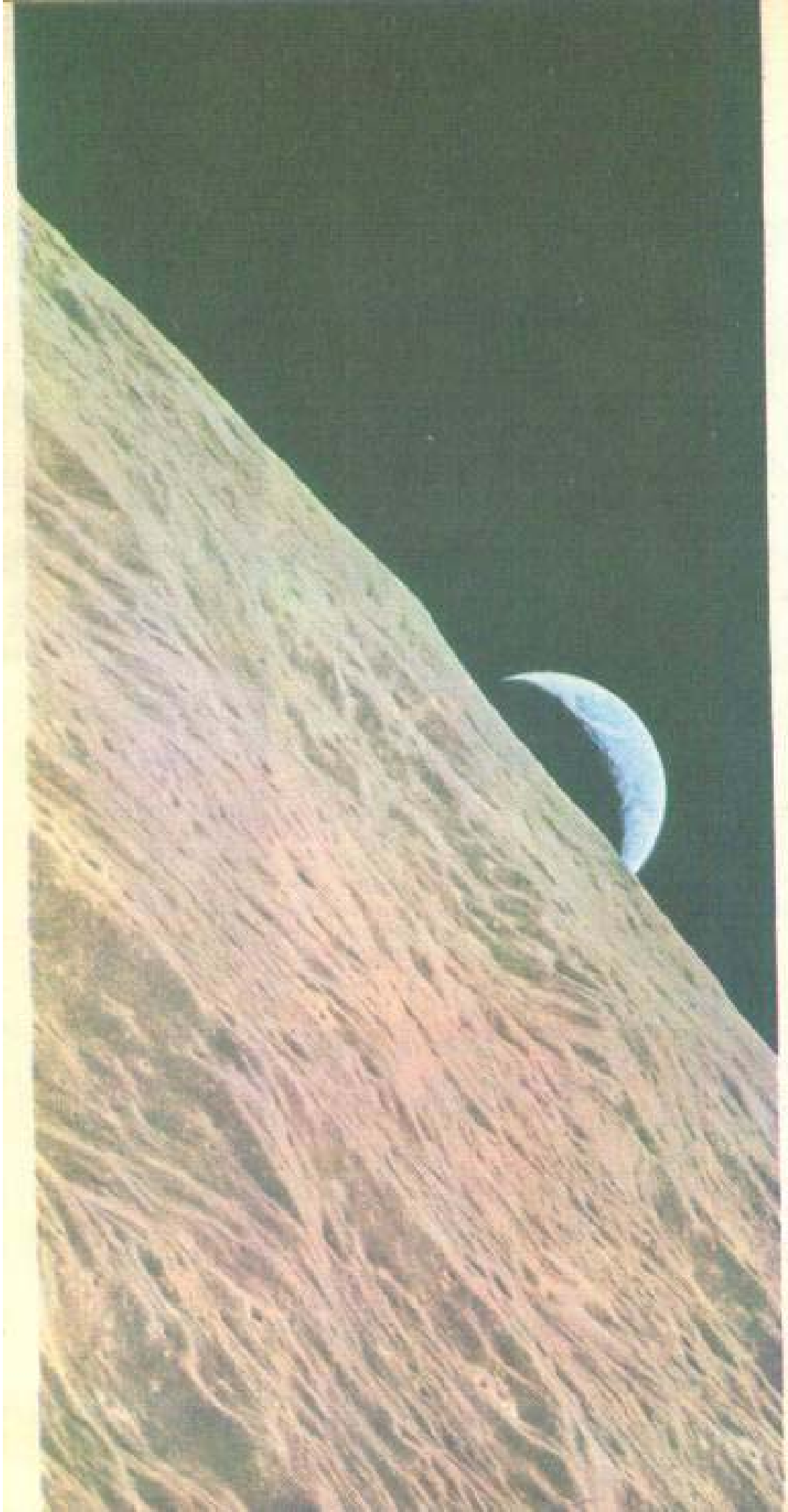
Poezia selenară

Vizorul căștii spațiale, devenit, în nopțea selenară, un magic ecran pe care se reflectă imaginea colegului astronaut

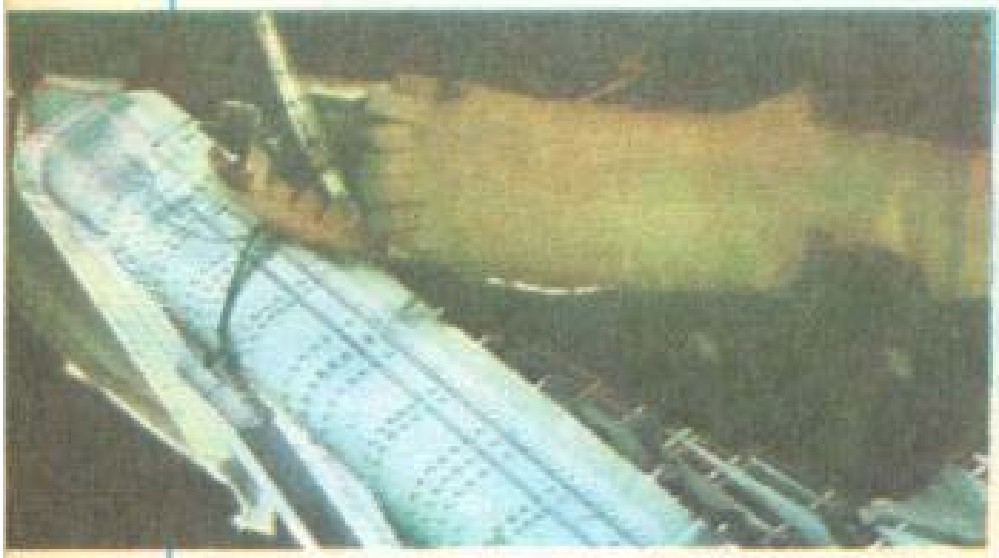
Răsare... Pămîntul!

Cît de frumoase sînt nopțile cu Lună, de mii de ani cîntate de poeți! Dar nopțile cu... Pămînt? Iată: secera Terrei răsărind fascinant la orizontul Selenei





Astronautica este, în primul rînd, muncă



Cel puțin deocamdată, călătoriile în spațiul cosmic nu sînt simple voiajuri turistice. Intervin uneori împrejurări neprevăzute. Echipajul de pe „Skylab" a fost nevoit să repare... acoperișul laboratorului spațial

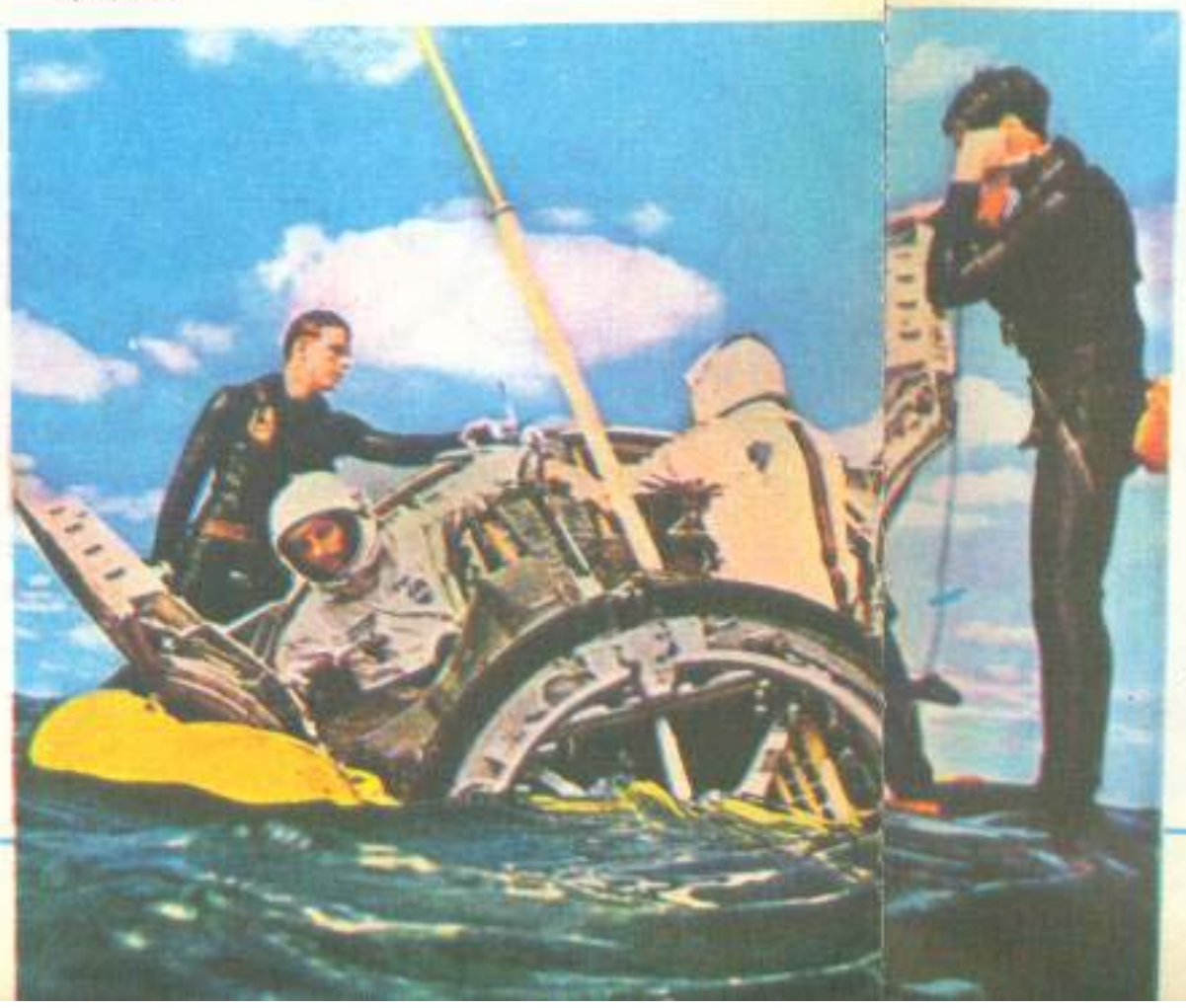
Consultație medicală în Cosmos. Profitînd de imponderabilitate, pacientul și-a ales cea mai comodă poziție, de neimaginat în policlinicile de pe Pămînt

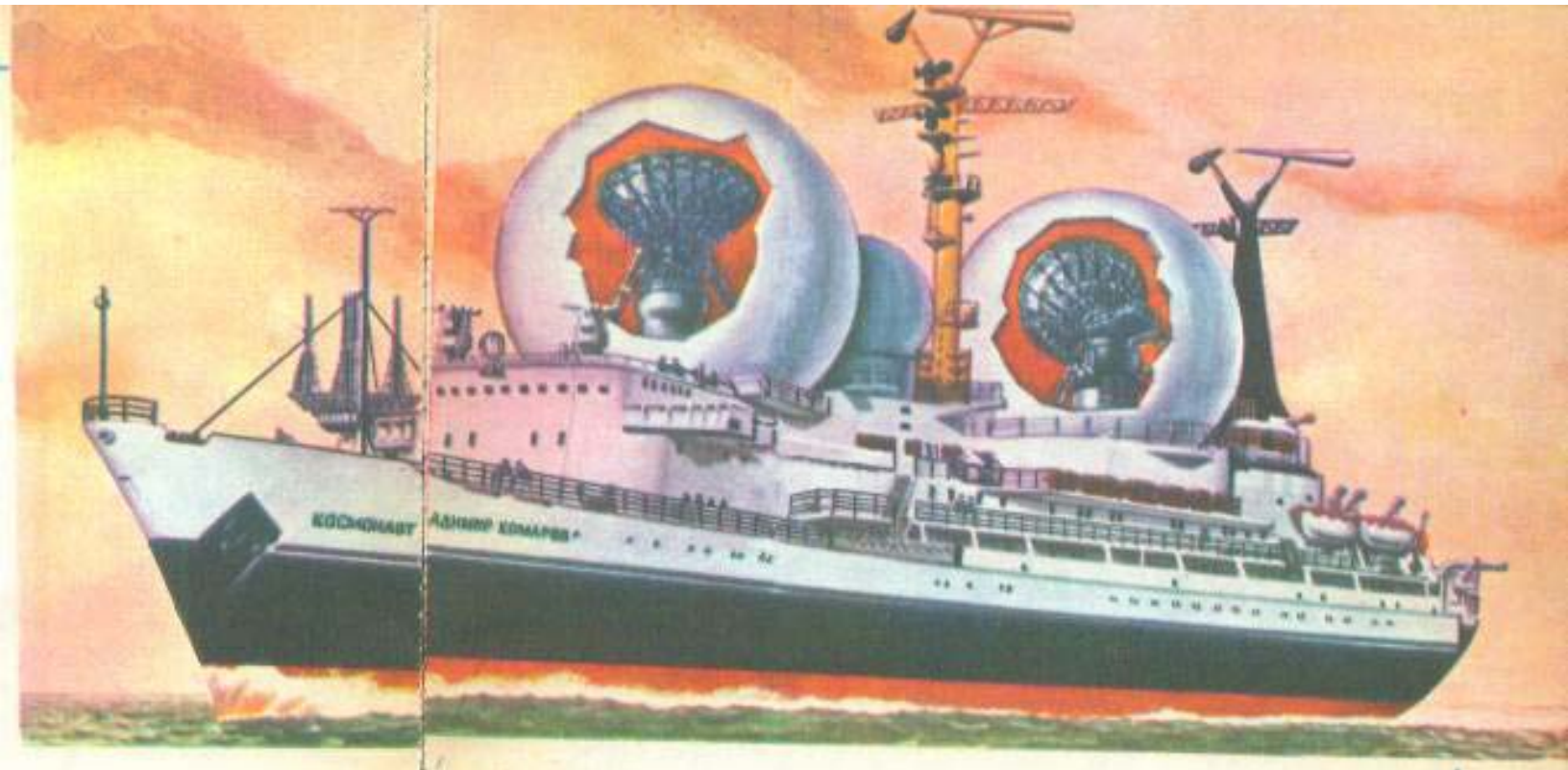
Acest spectaculos balet cosmic e o scenă de muncă în spațiu ; ieșit în afara capsulei sale, astronautul probează un aparat necesar deplasării libere

Casa lor: TERRA

Primul copil de cosmonauți în brațele mamei sale, Valentina Tereșkova, soția lui Andrian Nikolaev. Micuțul s-a născut la un an după zborul lor din 1963. Va fi și el un călător spre stele ?...

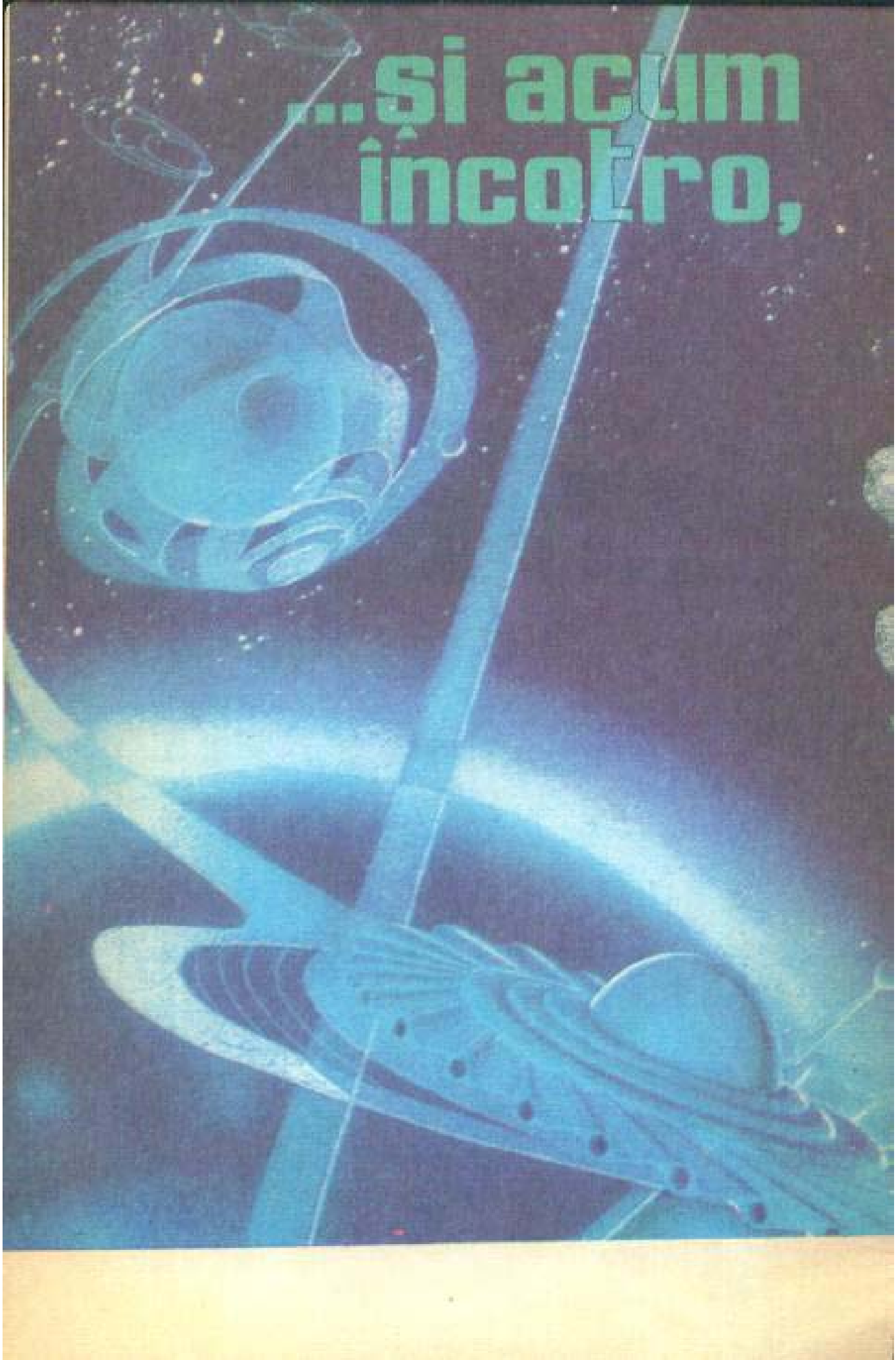
Nava sovietică purtînd numele cosmonautului Vladimir Komarov, special echipată, urmărește obiectele spațiale





Din oceanul cosmic în oceanul... propriu-zis. Momentul amerizării capsulei „Gemini" VI

Ce bine e pe Pământ! Echipajul navei cosmice „Saiuz" VI, îndată după aterizare


...și acum
încotro,

Homo Cosmicus?

Dacă în 1950, cînd s-a ținut la Paris primul Congres internațional de astronautică, cei mai mulți pămînteni priveau cu oarecare scepticism perspectiva călătoriilor cosmice, lăsînd-o încă în seama literaturii fantastice — care, de la Lukian din Samosata (anul 160) și Cyrano de Bergerac (1657), Jules Verne (1865) și H. G. Wells (1898), n-a dus lipsă totuși de fantezie profetică — începînd cu anul 1957, optica s-a schimbat brusc : în acel an, la 4 octombrie, a fost lansat în U.R.S.S. primul satelit artificial al Pămîntului, iar la 3 noiembrie, primul călător pămîntean viu, cîinele Laika, s-a plasat pe o orbită circumterestră. Zborul spațial din 1961 al lui Iuri Gagarin a dovedit că neastîmpărul omenesc în cunoașterea Universului nu are limite, iar plimbarea lui Armstrong și Aldrin pe suprafața Lunii (1969)

Actualitatea străvechiului dicton: „Per aspera ad astra"

De cînd sateliții artificiali, sondele spațiale și chiar astronavele au devenit un fenomen la ordinea zilei, de cînd cîteva grupuri de oameni și cîteva mașini teleghidate au început să exploreze efectiv solul Lunii, de cînd spațiul extraatmosferic s-a umplut cu cîteva mii de obiecte cosmice făurite de mîna omului, opinia publică mondială s-a împărțit în două : o parte susține cu interes și entuziasm cercetările spațiale, alta, mai puțin numeroasă, manifestă rezerve sau li se opune, pretinzînd că omenirea, care încă nu și-a rezolvat treburile acute, pămîntești, s-ar cuveni să nu se avînte în aventuri spațiale.

Cine are dreptate ? Dacă ne-am gîndi doar la multiplele foloase aduse de sateliții fără echipaj (studierea radiațiilor, a temperaturilor, presiunii atmosferice, curenților de particule, cîmpului magnetic și electrostatic sau a aglomerărilor de nori ; observațiile astronomice neîmpiedicate de atmosferă ; asigurarea, prin sateliții de telecomunicații, a recepției programelor de televiziune pe toată suprafața planetei ; observarea științifică a unor importante fenomene terestre, ca apariția incendiilor sau a invaziilor de insecte ; în fine, ridicările cartografice de teren, precum și detectarea zăcămintelor subsolului), argumentarea activității spațiale ar fi suficientă. Dar omul — „stăpînul Universului" ! — are dreptul, mai mult, e dator să dezvolte necontenit cunoașterea și utilizarea spațiului cosmic, scopul esențial fiind, la propriu și la figurat, înălțarea condiției sale umane.

Adversarii realizării costisitoarelor programe spațiale invocă, de obicei, nevoia prioritară de a combate foametea, bolile, poluarea, de a clădi școli și spitale. Dar de fapt nu explorarea Cosmosului, care este unul din cele mai măreți acte săvîrșite de om în emanciparea sa, împiedică investițiile necesare lichidării subdezvoltării, ci întregul cortegiu al exploatării muncii umane, al cursei înarmărilor ș.a. Unul din consilierii N.A.S.A., prof. Laurence Morehouse, sublinia că „spiritul uman se regenerează, se fortifică în timpul aventurilor cosmice", răspunzînd astfel reproșului la adresa marilor cheltuieli solicitate de programele spațiale.

a izbutit să demonstreze spectaculos posibilitatea contactului concret cu astrele. Azi, ştirile din spaţiul extraterestru au devenit un lucru curent, aproape cotidian, risipite printre alte telegrame de presă...

Gestul cosmic al civilizaţiei omeneşti de azi, părînd poate prea brusc, omenirea însăşi, săvîrşindu-l, s-a văzut în situaţia de a-şi pune numeroase întrebări asupra lui şi, în primul rînd, să se întrebe **ce caută omul în Cosmos, dacă toate enormele cheltuieli spaţiale sînt justificate sau nu, care vor fi etapele ulterioare de zbor, dacă, unde şi cînd omul se va întîlni cu vreo altă civilizaţie galactică şi, poate, mai ales, cum se va adapta omul traiului îndelungat în viitoarele astronave de cursă lungă.** Toate acestea sînt întrebări firesti, chiar dacă nu toate răspunsurile îi stau încă omului la îndemînă.

De fapt, omul nu poate fi împiedicat de nimic, nici chiar de riscul vieţii, şi cu atît mai puţin de cheltuielile de energie şi bani, să-şi exercite funcţia lui principală de fiinţă raţională ce îl deosebeşte de animale : explorarea mediului înconjurător. O părere sintetizînd opinia pozitivă generală exprimă un autor american, Mitchel R. Sharpe, într-o carte consacrată vieţii în spaţiu („Living in Space", New York, 1969) : **„Prin zborurile cu succes în Cosmos ale lui Iuri Gagarin şi ale altor cosmonauţi sovietici şi americani, omul şi-a satisfăcut eterna sa năzuinţă nativă către cunoaşterea a tot ce e nou şi neştiut, care-l determinase în trecut să părăsească copacul şi peştera, să se strecoare prin pădurile impenetrabile, să plutească pe mări neînregistrate pe hartă şi să se ridice la altitudini inaccesibile. Pesemne că, în strădania de a atinge stelele, se manifestă instinctul latent al naturii umane de a iscodi noul şi de a se adapta noilor condiţii înconjurătoare. Se prea poate ca studierea Cosmosului să fie pasul următor şi cel mai logic al tendinţei înnăscute a omului de a-şi lărgi domeniul ecologic, sfera existenţei sale ca specie biologică".**

Bineînţeles, explorarea Cosmosului îi va aduce omenirii un incalculabil şir de cîştiguri practice, printre care nu numai sporul imens de informaţie, ci şi descoperirea unor materii prime rare, de care are nevoie civilizaţia modernă şi, poate, chiar lărgirea avantajoasă a „spaţiului locativ", care ar include, în epoca exploziei demografice, planete prielnice sau adaptabile vieţii umane. Cînd Neil A. Armstrong, întîiul om care a păşit pe Lună, a rostit în auzul lumii : **„Aceasta nu este decît un pas mic pentru un om, dar un salt gigantic pentru omenire"**, s-a înregistrat, de fapt, saltul săvîrşit de către **homo sapiens** spre treapta de **homo cosmicus.** În expansiunea sa cosmică, omul nu se va duce ca un conchistador al altor lumi, aşa cum au făcut cîndva oştile regelui Spaniei în America de Sud : el va fi exploratorul celorlalte lumi şi, presupunînd că în unele din ele va găsi civilizaţii fie egale sieşi, fie inferioare, fie superioare, el se va întoarce de acolo îmbogăţit, în primul rînd, spiritual.

Dacă ne întrebăm ce „demon" îl mînă pe om dincolo de leagănul său (iar Konstantin Ţiolkovski, vizionar şi pionier al zborului cosmic, afirmase cu umor că nu se poate trăi veşnic în leagăn), un singur răspuns le-ar cuprinde pe toate celelalte : **setea omenească de cunoaştere.**

Astfel, din punctul de vedere al structurii biologice, ieşirea în Cosmos este poate cel mai mare examen al organismului uman ; expediţiile de pînă acum, culminînd cu cele trei misiuni „Skylab" din ultimul an, i-au dat, se poate spune,

nota maximă, organismul descoperindu-şi o permanentă rezervă de forţe nebănuite care îl ajută să facă faţă celor mai neaşteptate şi mai grele imprejurări. Gîndirea omenească se află, de asemenea, în faţa celui mai exigent examen din toată istoria sa, întrucît toate ştiinţele mobilizate pe acest front paşnic spaţial, de la fizică şi chimie la biologie şi tehnica rachetelor, de la medicină şi psihologie la astronomie, au de răspuns de cele mai multe ori unor întrebări cu totul inedite ; în cursul acestui greu examen s-au desprins ştiinţe noi din trupul celor clasice, iar folosul acestora nu se limitează numai la zborurile cosmice.

Iată de ce întrebările în legătură cu utilitatea astronauticii sună de fapt în gol. De altminteri, să ne aducem aminte că o puzderie de scepticisme similare au însoţit odinioară şi primele avînturi ale aviaţiei, ele pornind de la dogma că aparatele mai grele ca aerul nu se pot desprinde de pămînt — în timp ce aceste aparate, pilotate de Aurel Vlaicu, Traian Vuia, Blériot sau Whyte, planau pe cer ! — şi sfîrşind cu reproşul adus finanţării unei invenţii acuzate de... nefuncţionalitate.

Evident, programele spaţiale sînt foarte costisitoare, mai cu seamă cele cu echipaj uman ; dar omul reuşeşte să „cumpere" din Cosmos mult mai multă informaţie cu aceşti bani decît automatul. De exemplu, proiectul „Apollo" a necesitat cheltuieli estimate, în 1961, la 20 miliarde de dolari, ceea ce a provocat stupoarea şi opoziţia unora, dar, pe de altă parte, a fost o investiţie recompensată, fiecare dintre misiuni (afară de puţinele cazuri de accidente tragice) furnizînd un bogat volum de materiale de cercetare şi de informaţie, fără a mai socoti importantul experiment al comportării organismului uman în condiţii cosmice. Încît, „contul cosmic" a rămas în continuare deschis. Notăm cu titlu de curiozitate : ultima misiune din ciclul „Apollo" („Apollo-17", din 1972) a costat 450 milioane de dolari (de altfel ca şi cele două precedente), din care 185 milioane dolari pentru racheta purtătoare Saturn-5, alte 105 milioane pentru operaţiuni la sol, 65 milioane pentru nava „Apollo" cu motoarele ei, 50 milioane pentru LEM şi, în fine, 45 milioane dolari pentru aparatura ştiinţifică. Ulterior, cheltuielile s-au restrîns, astfel că bugetul spaţial american pe anul 1974 (aprobat de Senat) nu mai prevede decît 233 milioane dolari pentru misiunile „Skylab", 485 milioane pentru „naveta spaţială" (noul tip de rachetă purtătoare dus-întors, cu utilitate de lungă durată) şi 90 milioane dolari pentru zborul experimental sovieto-american.

Ce caută, totuşi, omul în Cosmos ? Iată şi răspunsul, străbătut de o undă de poezie, al unui specialist de talia lui Wernher von Braun :

„Dorinţa de a călători n-a încetat să se dezvolte în om din ziua în care el a ieşit întîia oară, tîrîndu-se, din peştera sa. La obîrşie, socot că n-a fost vorba decît de simpla curiozitate. Dar omul a călătorit şi călătoreşte încă, deoarece el are nevoie de asta spre a se hrăni, spre a supravieţui, spre a-şi găsi un loc mai bun de trai, atras mereu de aceste prerii care, cum spune un proverb, sînt mai verzi peste deal.

Indiferent de motiv, el va călători mereu pentru a explora şi a descoperi tărîmuri noi. Principala raţiune a voiajului spaţial se poate rezuma în aceste două vorbe : descoperire şi explorare. Chiar dacă omul n-ar întreprinde călătorii spaţiale decît pentru simpla sa plăcere, aceste călătorii vor fi oricînd, cu sau fără voia lui, călătorii de explorare şi descoperire. Cred că,

Odată cu în

Astronomia era, de milenii de cînd există, o ştiinţă, dintr-un anume punct de vedere destul de comodă pentru om, ca fiinţă biologică. Desprinderea omului de Pămînt a transformat-o însă, din ştiinţă pur teoretică, într-o complexă ştiinţă experimentală : azi astronomul se urcă pe orbita circumterestră cu telescopul său, azi el păşeşte pe Luna care mii de ani a fost văzută numai ca depărtată imagine cerească ; mîine, el se va plimba pe Marte şi pe Venus, poimîine, poate că va porni spre centrul galaxiei. Dar călătorul spaţial nu e numai astronom : spaţiul cosmic neprimind încă, din cauza dificultăţilor de transport, oricîţi şi orice fel de călători, astronautul din zilele noastre reprezintă, deocamdată,

Drumul spre stele este „pavat" cu ştiinţă şi temeritate (instantaneu de la bordul astronavei sovietice „Soiuz IX")

tru nava „Apollo" cu motoarele ei, 50 milioane pentru LEM și, în fine, 45 milioane dolari pentru aparatura științifică. Ulterior, cheltuielile s-au restrîns, astfel că bugetul spațial american pe anul 1974 (aprobat de Senat) nu mai prevede decît 233 milioane dolari pentru misiunile „Skylab", 485 milioane pentru „naveta spațială" (noul tip de rachetă purtătoare dus-întors, cu utilitate de lungă durată) și 90 milioane dolari pentru zborul experimental sovieto-american.

Ce caută, totuși, omul în Cosmos ? Iată și răspunsul, străbătut de o undă de poezie, al unui specialist de talia lui Wernher von Braun :

„Dorința de a călători n-a încetat să se dezvolte în om din ziua în care el a ieșit întîia oară, tîrîndu-se, din peștera sa. La obîrșie, socot că n-a fost vorba decît de simpla curiozitate. Dar omul a călătorit și călătorește încă, deoarece el are nevoie de asta spre a se hrăni, spre a supraviețui, spre a-și găsi un loc mai bun de trai, atras mereu de aceste prerii care, cum spune un proverb, sînt mai verzi peste deal.

Indiferent de motiv, el va călători mereu pentru a explora și a descoperi tărîmuri noi. Principala rațiune a voiajului spațial se poate rezuma în aceste două vorbe : descoperire și explorare. Chiar dacă omul n-ar întreprinde călătorii spațiale decît pentru simpla sa plăcere, aceste călătorii vor fi oricînd, cu sau fără voia lui, călătorii de explorare și descoperire. Cred că, în ultimă analiză, dorința de călătorie este un fenomen biologic. Fiecare grăunte, fiecare albină, fiecare pasăre migratoare e stăpînită de această nevoie. Iată de ce sînt convins că înainte de anul 2 000 va avea loc și prima naștere a unei ființe umane în spațiul cosmic".

Odată cu omul — munca în Cosmos

Astronomia era, de milenii de cînd există, o știință, dintr-un anume punct de vedere destul de comodă pentru om, ca ființă biologică. Desprinderea omului de Pămînt a transformat-o însă, din știință pur teoretică, într-o complexă știință experimentală : azi astronomul se urcă pe orbita circumterestră cu telescopul său, azi el pășește pe Luna care mii de ani a fost văzută numai ca depărtată imagine cerească ; mîine, el se va plimba pe Marte și pe Venus, poimîine, poate că va porni spre centrul galaxiei. Dar călătorul spațial nu e numai astronom : spațiul cosmic neprimind încă, din cauza dificultăților de transport, oricîți și orice fel de călători, astronautul din zilele noastre reprezintă, deocamdată, toate ramurile activității umane, chiar în zborurile sale scurte.

Investigațiile cu care debutaseră sateliții artificiali, acești „încercători" automați ai traseelor cosmice, au fost continuate de sondele spațiale : fără această prefață, astronautica cu echipaj uman n-ar fi putut pleca în marea sa aventură. Etapa următoare a inclus echipajele de astronauți care au demonstrat mai cu seamă că în orice fel de cercetare științifică dificilă, multilaterală, unde intervin elementele neprevăzute, omul este de neînlocuit. **„Omul în Cosmos" este o sintagmă care traduce, în primul rînd, ideea de muncă în Cosmos, o muncă multiplă, calificată, stăruitoare, nelipsită nici de riscuri, nici de eforturi suplimentare.**

Navele spațiale au evoluat destul de repede ca precizie și capacitate, mai cu seamă în sensul creării condițiilor necesare acestor deosebite genuri de muncă cosmică. Dacă în prima misiune „Apollo" astronauții stăteau înghesuiți ca în cabina unei autocamionete, laboratorul spațial „Skylab" a afirmat ideea de **casă** orbitală, locuibilă vreme mai îndelungată ; în cazul dat, de trei rînduri de „locatari" — succedați în cursul celei de-a doua jumătăți a anului 1973 — avînd în primul rînd menirea de a se încerca pe sine în condițiile spațiale, de a constata cum poate omul să trăiască, să lucreze și să se odihnească **acolo.**

Această casă, numită **„Skylab 027"**, cu greutatea de 88 tone, lungă de 35,6 m, lată de 24,6 m și avînd două etaje, zboară cu o viteză de 24 000 km pe oră, la o alti-

Drumul spre stele este „pavat" cu știință și temeritate (instantaneu de la bordul astronavei sovietice „Soiuz IX")

tudine de 433 km. Dar e o locuință destul de încăpătoare și confortabilă, avînd un volum locuibil de 364 m^3, deci de 50 ori mai mare decît cabina „Apollo", întrucît se compune din două cabine de dormit, o sală comună de mese și de gimnastică, toaletă și duș, cămară și, desigur, un laborator spațios. În „Skylab" se găseau la decolare 913 kg de alimente (pentru 420 de zile) obișnuite, căci s-a renunțat la comprimatele anterioare, dar și 5 tone de alte obiecte necesare muncii și traiului spațial (13 000 obiecte diferite, între care, bunăoară, mica bibliotecă, cele cîteva radiocasetofoane, o bogată garderobă de schimb, conținînd 58 de cămăși și 128 perechi de pantofi speciali, cu crampoane — din cauza stării de imponderabilitate). Iar pentru preîntîmpinarea accidentelor, existau dubluri pentru toate sistemele vitale (propulsie, electricitate, oxigen, stabilizare pe traiectorie ș.a.).

Echipajul primei misiuni, alcătuit din Charles Conrad, comandantul misiunii, un veteran cosmic care a totalizat 1 177 ore și 38 minute de zbor spațial, Joseph Kerwin, medicul echipajului, și Paul Weitz, au trăit și lucrat pe orbită 28 de zile. Iar sarcinilor complexe de muncă spațială, prevăzute inițial, care ocupau ele însele destul timp, li s-au adăugat o seamă de incidente neprevăzute ce au solicitat eforturi suplimentare : de pildă, blocarea panoului solar principal, distrugerea scutului antimeteoritic și termoizolant, dar și o mulțime de așa-zise mărunțișuri, care, într-o locuință atît de depărtată de Pămînt, sînt dintre cele mai agasante (pîinea care „fugea" din gură sau sarea care, ieșind din soliță, plutea prin cabină din pricina imponderabilității, apa dușului care se așeza toată pe pereții cabinei și care trebuia apoi resorbită cu aspiratorul etc.).

Al doilea echipaj (Alan L. Bean, Owen Garriot și Jack R. Lousma) a dublat timpul misiunii (59 zile), care a decurs în condiții bune, chiar dacă debutase cu niște neplăceri medicale depășind starea primului echipaj.

Ultimul echipaj, al treilea (Gerald Paul Carr, Edward Gibson și William Pogue), a avut menirea să încheie ciclul de activitate spațială experimentală „Skylab" a anului 1973.

Munca celor trei misiuni „Skylab" se poate împărți în două categorii de observații exterioare : asupra cerului și asupra Pămîntului. Prima categorie a cuprins urmărirea, fotografierea și filmarea Soarelui (30 000 imagini) și a stelelor, a eclipselor solare, detectarea erupțiilor solare și a perturbațiilor cîmpului magnetic ; din a doua categorie au făcut parte inventarierile resurselor terestre (depistarea de zăcăminte minerale, stabilirea evoluției vegetației, cercetarea rețelei hidrografice de suprafață și subterane și a reliefului în zonele greu accesibile, determinarea densității populației, studiul evoluției curenților aerieni și maritimi, precum și al factorilor climatici).

Pe de altă parte, munca de interior, pe lîngă studierea capacității de acomodare a organismului uman în condițiile lipsei de gravitație și ale unui mediu ambiant artificial, urmărind de fapt verificarea rezistenței omului care se va supune rigorilor unor călătorii spre alte planete, a inclus și observarea, de pildă, a comportării metalelor și a altor elemente în stare de imponderabilitate, urmărindu-se ulterior realizarea în aceste condiții cosmice ideale a unor produse superioare, metale superpure, aliaje foarte dure sau foarte ușoare, cristale cu proprietăți electrice și optice deosebite, chiar noi vaccinuri.

A doua misiune a săvîrșit un număr sporit de cercetări, printre cele inedite fiind urmărirea procesului de multiplicare a celulelor umane vii în mediul agravitațional, ca și comportamentul micromenajeriei alcătuite din pești, șoareci, musculițe și păianjeni.

Evoluția tehnică a astronauticii a și apropiat timpul cînd, totuși, pasagerii cosmici, poate nu chiar cu bilet turistic, vor fi posibili. Deocamdată se pune mai acut problema, care a și început să se rezolve, a includerii în echipaj a unor oameni de știință. Dar nu e departe nici epoca în care se vor asambla, din mai multe rachete transportoare, **orășele spațiale populate permanent**, construite și lansate fie în scopuri de cercetare

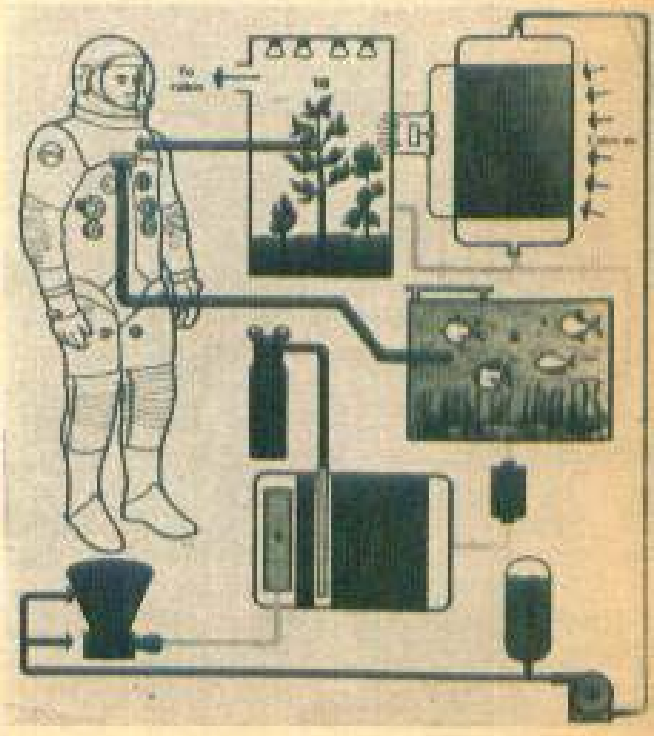
științifică, fie pentru a izola de condițiile terestre anumite industrii fine. Laboratorul spațial „Skylab" a fost un bun început, chiar dacă încă modest în comparație cu viitorul. În acel viitor se presupune că și condițiile de acceptare a pasagerilor vor fi mai puțin pretențioase.

Poate deveni astronaut oricine?

Condițiile spațiale fiind încă foarte dificile, antrenamentele prealabile n-ar putea fi îndurate de oricine. Prof. L. Morehouse arătase într-un interviu cîteva din ele, menite să verifice și să călească rezistența biologică : „introdus într-o centrifugă umană, viitorul astronaut e învîrtit atît de repede, încît un timp își poate pierde vederea" ; sau : „se prinde cu mîinile de un zmeu gigantic, e urcat la mare înălțime, de unde trebuie să-și dea drumul ca să cadă într-o apă adîncă" ; sau : astronauții „sînt duși în junglă în grupuri de cîte doi-trei și obligați să supraviețuiască fără alimente și fără apă... neavînd asupra lor decît un cuțit și o cutie cu chibrituri". Firește, acestor aspre încercări li se adaugă obligația astronautului de a stăpîni inginerește părțile componente ale navei, în plus, de a avea cunoștințe profunde de astronomie, geologie, tehnica fotofilmării.

Să nu uităm rolul imens al **medicinei cosmice** din cuprinsul centrelor spațiale. Medicina a devenit una dintre disciplinele cele mai riguroase ale științelor adiacente ale astronauticii ; la fiece bază de lansare, medicii au ultimul cuvînt, ei putînd înlocui chiar în ultima clipă un candidat la zbor. Examenul medical prealabil se bizuie pe cea mai fină tehnică de investigare a sănătății, oricum excelente, a candidatului, mergînd pînă la depistarea celor mai discrete dereglări subclinice, uneori accentuate abia de dificilul antrenament. Medicii sînt prezenți pînă și în proiectarea cabinelor spațiale, alături de ingineri. Astfel, o treime din cei 35 medici de la Houston au urmărit, în cazul binecunoscutului LEM, stabilirea rigoroasă a relației om-mașină, calculînd cantitățile necesare de oxigen, apă, căl-

SISTEM ECOLOGIC ÎNCHIS, PROPUS PENTRU CĂLĂTORIILE INTERPLANETARE DE LUNGĂ DURATĂ. Circuitul din desen arată modul de recuperare a reziduurilor umane care, pulverizate, trec duse de un flux și se purifică, redevenind apă potabilă ; totodată, un flux secundar cu concentrate nutritive alimentează pești dintr-un acvariu și udă plantele dintr-o seră. Peștii și vegetalele constituie rezerva de hrană proaspătă pentru astronauți ; în același timp, plantele produc oxigenul necesar respirației



dură eliminată și primită. Medicii își reiau rolul în clipa întoarcerii fiecărui echipaj pe Pămînt. Se știe că mai mulți astronauți americani și sovietici au suferit de anumite dereglări ale aparatului vestibular, repercutate asupra capacității de menținere a echilibrului. Pe de altă parte, încă nu s-a stabilit cu destulă exactitate influența ulterioară a imponderabilității asupra sistemului nervos. Deși, în genere, echipajele revenite din misiuni s-au prezentat satisfăcător din acest punct de vedere, totuși un psihiatru american din laboratorul universitar de biologie spațială din Los Angeles, dr. John Hamley, era de părere, pornind de la experiențele de acum doi ani, efectuate cu maimuța Bonnie, care a zburat în Cosmos 30 de zile, că zborul spațial îndelungat poate avea urmări nefaste asupra creierului.

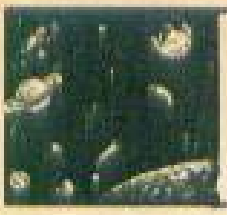
Dar toate aceste măsuri grijulii ale medicinei spațiale nu ar rezolva nimic fără vocația ființei umane de a se adapta celor mai grele condiții naturale sau artificiale. Istoria marilor descoperiri geografice, de pildă, ne oferă mii de dovezi în acest sens. Bineînțeles, condițiile spațiale sînt mai grele decît traversarea Saharei pe cămilă sau a Oceanului Pacific într-o luntre.

Omul însă a izbutit să li se adapteze chiar de la început. Cu puțin înaintea primei aselenizări, celebrul constructor de rachete Wernher von Braun, vorbind despre viața omului în condiții spațiale, arăta că : „O asemenea viață va semăna cu cea de pe bordul unui avion în care mîncăm și bem, serviți de stewardese încîntătoare. Dacă omul dispune de condiții similare celor de pe Pămînt, fie ele și artificiale, el poate trăi oriunde. Și o va face ! Ne vom familiariza cu Luna așa cum ne-am familiarizat cu avionul. **A spune la infinit că omul nu poate trăi decît pe Pămînt este un nonsens. Omul poate locui unde dorește**". Aici vibrează, de fapt, adînca poezie cosmică a ființei omenești, frumusețea gestului uman de a se ridica deasupra propriei sale condiții. Și totuși, îndată ce Armstrong a pus piciorul pe solul selenar, s-au găsit înși sceptici care să deplîngă... destrămarea poeziei nopților cu lună. Cine se poate îndoi însă că poeții vor fi în continuare vrăjiți de solemnitatea rece a luminii de lună? Negreșit, în viitorul nu prea îndepărtat, cînd vor călători în astronave și poeți, aria lor se va lărgi sensibil. Pe de altă parte, drumul parcurs de om de la metaforă la descrierea științifică a Cosmosului cercetat direct nu e cîtuși de puțin o „desensibilizare", ci o îmbogățire a universului spiritual al omenirii.

Sînt, în această privință, pline de proeminentă semnificație, de o profundă înțelegere filozofică a fenomenului, cuvintele rostite, la Congresul al X-lea al P.C.R., de către tovarășul **Nicolae Ceaușescu** :

„PĂRĂSIND TERRA, LEAGĂNUL SĂU TRADIȚIONAL, ȘI PĂTRUNZÎND TOT MAI ADÎNC ÎN ENIGMELE UNIVERSULUI, OMUL ÎȘI LĂRGEȘTE ÎN MOD INCOMENSURABIL ORIZONTUL DE GÎNDIRE ȘI ÎNȚELEGERE, DEMONSTRÎND INFINITATEA ȘI MATERIALITATEA LUMII, EL ÎȘI DĂ SEAMA TOT MAI BINE DE CARACTERUL NELIMITAT AL CUNOAȘTERII, SE SIMTE ÎNDEMNAT SĂ-ȘI LUMINEZE TOT MAI MULT MINTEA, SĂ PĂȘEASCĂ ȘI MAI CURAJOS ÎNAINTE SPRE DESCOPERIRI ȘI ADEVĂRURI NOI".

Iar de aici, atitudinea cea mai firesc umană a exploratorilor cosmici nu este decît aceea de a pune roadele activității lor în folosul întregii omeniri, cum arăta, mai recent, președintele Consiliului de Stat al României, exprimîndu-și convingerea că „**succesele remarcabile în explorarea spațiului interplanetar**", dobîndite de cosmonauți, „**vor servi progresului general al științei și tehnicii și vor fi puse în slujba umanității, păcii și înțelegerii între popoare**".



Ca vîntul sau ca gîndul?

Așa îl întreabă, în basme, calul pe Făt-Frumos, înainte de a se ridica în zbor (aș fi zis... înainte de a decola).

Una dintre primele probleme ce s-au pus odată cu pregătirea zborurilor spațiale a fost aceea a **vitezei**, element esențial. Pentru a se putea plasa pe o orbită circumterestră, o rachetă trebuie să atingă, la altitudinea de 200 km, o viteză minimă între 7 900 și 11 180 metri pe secundă ; depășind-o pe aceasta din urmă, racheta se poate elibera de atracția Pămîntului (așa cum au procedat rachetele care au zburat spre Lună) ; iar pentru a putea părăsi sistemul solar, învingînd atracția Soarelui, racheta are nevoie de viteza minimă de 16 662 m/sec. Aceste viteze uzuale (numite, după cum se știe, viteza I, a II-a și a III-a cosmică) sînt obligatorii. Dar, chiar dacă sînt uluitoare față de vitezele „clasice", inclusiv ale avioanelor, ele vor fi insuficiente pentru astronavigația de cursă lungă. Să ne gîndim că dincolo de sistemul nostru solar, cînd va fi să se exploreze alte constelații, pînă la cea mai apropiată stea (Alpha Centauri) este o distanță de 4 ani-lumină. Desigur, o cursă lungă spre astre va cere cu totul alte condiții, atît în ce privește capacitatea navelor spațiale, cît și viteza.

S-au cristalizat, rînd pe rînd, o serie de variante. Potrivit uneia dintre ele, se propunea succedarea, în cursul unei călătorii galactice, a mai multor generații de astronauți (familii) care să adopte nava ca pe o planetă pe care s-ar naște, ar învăța, ar lucra și ar muri, lăsînd moștenire copiilor nava, împreună cu experiența și cunoștințele dobîndite. Altă variantă, mizînd numai pe călătoriile din cuprinsul unei singure vieți omenești, propunea anabioza, adică adormirea prin congelare a funcțiilor vitale și trezirea lor automată în preajma atingerii țintei.

Există însă prezumția că urmașii noștri vor prefera totuși astronavele de mare viteză, întrucît, în imensa lui sete de cunoaștere, omul este nerăbdător de a vedea cu ochii săi locurile străbătute și de a ajunge el însuși la țintă. Dar e realizabil acest vis, cînd patru ani-lumină reprezintă șapte miliarde și jumătate de kilometri ? Acum cîțiva ani, în Anglia, a fost experimentat un tip de motor ionomercuric ce se presupune că ar putea să asigure unei rachete o viteză de zbor de aproape jumătate din viteza luminii. Dar aceasta încă nu rezolvă totul, deoarece pentru marile viteze sînt necesare imense cantități de combustibil, practic imposibil de transportat. De aceea, în continuare, specialiștii caută alte soluții.

Publicînd o lucrare de mare anvergură („Istoria mondială a astronauticii"), cu puțin înainte de operația „Omul pe Lună", autorii ei, Wernher von Braun, pe atunci conducătorul centrului spațial N.A.S.A. din Alabama, și Frederick I. Ordway, președinte la General Astronautics Researche Corp., prefigurau, pentru momentul 1980, apariția motoarelor atomice destinate chiar și rutelor din interiorul sistemului nostru solar : „Mai multe astronave cu propulsie nucleară, — scriau cei doi autori — asamblate și reaprovizionate pe o orbită terestră, unele ducînd pe membrii expediției, altele încărcate cu toate cele necesare călătoriei, la capătul lungii lor traiectorii interplanetare se vor plasa pe orbite în jurul lui Marte și fiecare va cobori pe planeta roșie una sau mai multe navete".

Și totuși, nici motoarele cu reacție termonucleară nu vor rezolva problema distanțelor prea lungi. Așadar ?...

Aici părerile sînt din nou împărțite. Unii savanți consideră pur și simplu deșartă speranța oricărei călătorii spre planetele altor sisteme stelare, cu atît mai puțin în alte galaxii. Astfel, astrofizicianul englez Fred Hoyle susține că sin-

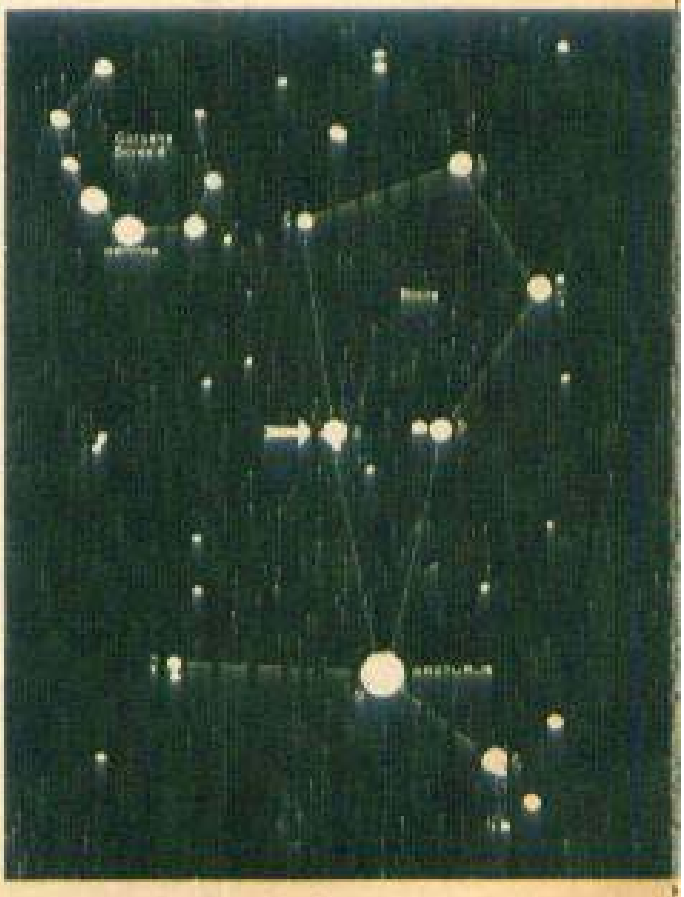
gura cale este incercarea de comunicare prin undele radio, ele avînd aceeaşi viteză ca a luminii. La fel judecă şi matematicianul sovietic Iosif Şklovski, care neagă şi probabilitatea realizării unor nave cu propulsie fotonică ce ar zbura cu o viteză apropiată de a luminii.

Alţi savanţi sînt însă mai optimişti. Astfel, profesorul Freeman J. Dyson arăta, încă în 1964, că o astronavă de cursă lungă, absorbindu-şi energia chiar din spaţiul cosmic, prin captarea moleculelor de hidrogen liber, ar avea şansa de a acoperi mari distanţe cu viteze imense, întrucît nava şi-ar accelera zborul cu 2 500 km pe secundă, ajungînd la un moment dat să se deplaseze cu o iuţeală apropiată de viteza luminii. Într-un astfel de zbor, oricît ar părea de ciudat, acceleraţia deosebit de mare provenită din creşterea energiei cinetice captate (în principiu periculoasă pentru viaţa omului) nu pare să aducă totuşi îngrijorare prezumtivilor pasageri, întrucît, spun savanţii, devenind echivalentă cu greutatea, ea se va repartiza egal asupra tuturor particulelor din trupul călătorilor, ca şi din corpul astronavei, deci cu totul opus acţiunii acceleraţiei provenite de la un motor obişnuit de rachetă.

Consecinţele cu adevărat îngrijorătoare se pare că sînt însă altele, cel puţin două din ele de natură psihologică. Una din consecinţe s-ar vădi cînd viteza astronavei s-ar apropia de viteza luminii ; atunci orice comunicaţie cu Pămîntul ar deveni imposibilă, întrucît mijlocul cel mai rapid : raza de lumină (de pildă, laserul, care, aşa cum se ştie, este lumină stimulată), pornind în urma astronavei, n-ar mai ajunge-o niciodată din urmă.

Cealaltă consecinţă s-ar vădi în faptul că eventualii pasageri, rupţi de orice legătură cu planeta natală, ar avea mai tîrziu surpriza efectelor timpului relativist (adică, potrivit teoriei einsteiniene a relativităţii, ar fi vorba de efectele decalajului dintre timpul încetinit al astronavei şi timpul normal al Pămîntului). În această privinţă, calculele făcute pe baza teoriei einsteiniene oferă surprize fantastice. E drept că, la distanţele mai apropiate, decalajul la care ne referim este prea puţin sensibil ; pînă la Proxima Centauri, parcurgînd distanţa de 4,26 ani-lumină, astronava ar consuma un timp propriu de 3,5 ani, în vreme ce pe Pămînt ar trece 5,86 ani. Dar pînă la steaua Capella (o distanţă de 44,6 ani-lumină, în principiu acceptabilă) o astronavă de viteză maximă (apropiindu-se de viteza luminii) ar consuma numai 7,4 ani, în vreme ce pe Pămînt s-ar scurge 46,5 ani. Ce înseamnă asta ? Că, practic vorbind, dacă astronautul, avînd la plecare vîrsta de 22 ani, lasă pe Pămînt pe fiul său în vîrstă de doi ani, la întoarcere, cînd acel astronaut ar ajunge în timpul său relativist abia la vîrsta de aproape 37 de ani, fiul său (presupunînd că ar mai rămîne în viaţă) ar avea venerabila etate de... 95 de ani. Aşadar, un fiu mult mai bătrîn decît tatăl său ! Nu e vorba de nici o metaforă. Să ne imaginăm şi următorul caz. Un alt astronaut, călătorind aproape cu viteza luminii pînă la tainica Nebu-

Iată locul de pe firmament unde se află misterioasa stea **Epsilon Bootis** (vezi săgeata), care — după opinia astronomului scoţian Duncan Lunan — s-ar părea că a adresat pămîntenilor un mesaj



loasă din Andromeda, n-ar consuma dus-întors decît 54 de ani, deci s-ar întoarce acasă nu prea bătrîn. Dar oare se va întoarce el cu adevărat „acasă", în casa copilăriei sale ? Vai, cine știe în ce casă, căci pe Pămînt se vor fi scurs nu mai puțin de un milion patru sute de mii de ani...

Asemenea ipoteze, atît de îmbietoare pentru scriitorii fantaști, contestate de unii savanți, sînt însă demonstrate drept posibile de către alții și poate că este prematur să dăm crezare nelimitată unora sau celorlalți. Cert este însă că, așa cum spunea acum cîțiva ani un fizician, **nu avem dreptul să judecăm știința secolului XXX cu ochii secolului XX.**

Descifrînd străvechile mituri astrale

Astronomul englez Kepler se întreba cu neliniște la începutul sec. XVII : „Dar dacă aceste lumi sînt locuite, cine le locuiește ? Sîntem noi sau sînt ei stăpînii lumii ?" Această întrebare frămîntă, de fapt, omenirea de multe milenii.

E de remarcat că, de altfel, astronomia este una dintre științele cele mai vechi. Încă civilizațiile antichității (Sumerul, Egiptul, Asiria) au început să facă observații astronomice, necesare mai ales agriculturii și navigației, dar și filozofiei. În vreme ce filozofi ca Democrit, Anaximandru, Epicur, Lucrețiu încercau să construiască modele raționale ale Universului, majoritatea oamenilor tot mai socoteau că Pămîntul se reazemă pe trei balene, că Soarele se învîrtește în jurul lui (și, pentru o afirmație contrară, Inchiziția l-a judecat și l-a condamnat la abjurare pe Galileo Galilei), sau că omul e sortit să se tîrască etern în țărîna din care a ieșit și în care se va întoarce.

Dar, de la filozoful grec Democrit pînă la gînditorul italian Giordano Bruno, ars pe rug de Inchiziție pentru credința sa în pluralitatea lumilor locuite, toate aceste deducții nu au fost decît un examen logic. Gînditorul antic Metrodor din Hios afirma, de pildă, că „ar fi tot așa de absurd să nu așezi decît o lume în spațiul infinit, ca și cum ai crede în existența unui singur spic de grîu într-un cîmp larg" ; iar poetul latin Lucrețiu, în poemul său „Despre natura lucrurilor", făcea următoarea justecată dialectică : „Tot acest univers vizibil nu este unic în natură și trebuie să credem că sînt, în alte regiuni ale spațiului, alte pămînturi, alte ființe și alți oameni".

Tradițiile străvechi, miturile și scrierile antichității sînt pline de ciudate și fascinante mărturisiri pe care unii cercetători de azi le consideră a fi autentice mărturii ale unor contacte arhaice între omenire și una sau mai multe civilizații extraterestre. Numărîndu-mă printre aceștia, propuneam ca ipoteză de lucru această deducție, atît în niște însemnări publicate în Almanahul „Scînteia" 1972, cît și în cartea „Enigmele miturilor astrale". Se cuvine să menționez că dacă nu există încă suficiente dovezi pentru demonstrarea integrală a ipotezei paleoastronautice, nu sînt destule dovezi nici pentru infirmarea ei.

În mitologiile străvechi găsim destul de multe **referințe la o anume consecvență a presupuselor relații dintre Pămînt și Cosmos.** Într-adevăr, judecînd după o seamă de documente materiale, inexplicabile altminteri, ca și după încifrarea în unele mituri a unor idei tehnice cu neputință de admis în epoca neolitică sau în epoca bronzului, dar putînd fi înțelese numai în confruntare cu știința și tehnica omenirii contemporane, s-ar părea că „zeii" ce ar fi venit în vizită printre pămînteni în timpurile arhaice nu ar fi fost altceva decît niște astronauți făcînd parte dintr-o civilizație cosmică avansată. Cum miturile relatează și despre zborurile spațiale ale unor pămînteni, se poate presupune că oaspe-

ții, luînd contact cu gazdele lor primitive, le vor fi oferit acestora unele călătorii experimentale.

Vechi mituri din Peru istorisesc cum odinioară au căzut din cer ouă mari de aur, argint și bronz, iar din ele au ieșit zeii. Unii consideră aceasta drept o informație directă despre sosirea astronauților din alte lumi, alții văd aici doar simple simboluri ori metafore.

Există totuși alte texte mitologice care, confruntate cu datele actuale ale astronauticii, par niște transcrieri tîrzii, simplîste, ale unor autentice amintiri despre zborurile spațiale, ca în următorul pasaj din cartea biblică a lui Iezechil : „Atunci m-a ridicat Duhul și am auzit la spatele meu un huruit mare ca de cutremur, cînd slava Domnului s-a înălțat din locul ei ; fîșiitul aripilor care se atingeau una de alta, huruitul roatelor și vuietul surd al cutremurului. Și Duhul mă ridică și mă duse în zbuciumul duhului meu, în vreme ce mîna Domnului apăsa din greu peste mine". Aici, dacă sîntem mai atenți la detalii, am putea afirma că Iezechil vorbește de zgomotul uriaș produs de jetul de propulsie ieșit din duzele de la spatele rachetei, ba chiar și despre senzația fizică de sporire a greutății pe care accelerația decolării i-o dă oricărui pasager spațial.

Miturile foarte vechi sînt pline de asemenea indicii : carul zburător din poemul indo-tibetan „Samaranganasutradhara", carul ceresc al zeului Indra din mitologia vedică sau carele zburătoare din „Ramayana", de tipul mitologic „pushpaka vhimana", „vulturul" cu care regele mitic Etana săvîrșește, într-un poem babilonian, o ascensiune în cele nouă ceruri, sau dragonul cu platoșă de aur cu care legendarul împărat chinez Huang-ti (Împăratul galben) zboară în cer.

Din toate aceste amintiri, mai mult sau mai puțin vagi, pe care nu le mai avem înregistrate direct de la martorii oculari și care, în transcrierile mitografice ulterioare, au fost împănate cu diverse metafore și comparații din realitatea imediată, nu au dispărut însă elementele esențiale, destul de lesne descifrabile, ale aspectelor fundamentale ale zborului spațial, spre deosebire, să zicem, de legenda lui Icar, care nu reprezintă decît simbolizarea naivă a aspirației de zbor a omului civilizației elinie.

Sînt apoi și înregistrări grafice, cum este racheta spațială văzută în secțiune longitudinală, săpată în lespedea presupusului mormînt al zeului mayas Quetzalcoatl (sau Cuculcan), din marea piramidă sud-americană de la Palenque, sau costumele de scafandri spațiali zugrăvite pe pereții peșterilor africane de la Tassili, sau ceramica japoneză yômon, înfățișînd și ea un soi de costume spațiale... Dar, neexistînd multă vreme termeni de comparație, aceste tradiții mitologice erau privite ironic și abia practicarea contemporană a astronauticii a readus atenția unor cercetători spre textele arhaice în care se găsesc destule ecouri din așa-numita paleoastronautică sau din cunoștințele arhaice de astronomie.

Omul n-a evitat niciodată, în cursul istoriei sale, să privească astrele cerești ; le-a interpretat

Acești șase tineri au devenit istorie : **Gagarin, Titov, Nikolaev, Popovici, Bikovski** și **Tereșkova** — primii șase cosmonauți sovietici din seria echipajelor „Vostok"

insă, de la o epocă la alta, de cele mai multe ori cu naivitate, chiar cînd se socotea a fi fost astronom. De altfel, astronomia modernă s-a născut din astrologie, această preocupare paraştiinţifică medievală care totuşi nu întocmea numai bizarele horoscoape ale destinului omenesc, niciodată ghicit, ci studia şi mişcarea astrelor, conjuncţiile lor, eclipsele etc. Astronomia de pînă mai ieri n-a fost decît o ştiinţă teoretică, neocupîndu-se de ieşirea efectivă a omului în Cosmos, care era lăsată pe seama scriitorilor fantaşti, ca o materie de viitor foarte improbabil. Abia **astronautica a scos astronomia din liniştitele observatoare terestre şi a determinat-o să devină o ştiinţă aplicată : ochiul omului s-a mutat de pe Pămînt în cer.**

Civilizaţiile cosmice — posibile sau probabile?

Astronautica propriu-zisă îşi are şi ea, de fapt, tradiţiile ştiinţifice. Printre pionierii săi şi primul ei teoretician a fost învăţătorul rus Konstantin Ţiolkovski (1857—1935) care a stabilit formula ce deduce viteza finală a unei rachete în funcţie de viteza de ejecţie a gazelor, a demonstrat valoarea utilizării, în motoarele rachetelor, a propergolului lichid şi a hidrogenului lichid, ca un combustibil de preferat, dar mai cu seamă a sugerat folosirea rachetelor în trepte pentru asigurarea marilor viteze cosmice necesare desprinderii de atracţia terestră.

Apoi, lucrările fundamentale ale unor pionieri ai construcţiei de rachete (unii devenind ulterior somităţi ale astronauticii, ca Hermann Oberth, Wernher von Braun ş. a.) au adus lucrurile în faza spectaculoasă de azi.

Ieşirea omului cu mijloace proprii dincolo de leagănul istoriei sale i-a făcut să se gîndească mai serios şi la posibilitatea întîlnirii cu alţi călători cosmici. În lumea ştiinţifică sînt tot mai numeroşi susţinători ai existenţei în Univers a altor fiinţe inteligente, aflate fie la începutul scării evoluţiei faţă de omenirea terestră, fie cu mult mai avansate decît noi.

Un calcul al prof. Iosif Şklovski deduce că numai în galaxia noastră (Calea Lactee), compusă din 150 000 milioane de stele, multe asemănătoare Soarelui nostru, **ar exista minimum 1 000 milioane de planete locuibile.** Iar savanţii americani G. Cocconi şi Ph. Morrison presupun că galaxia noastră ar putea să aibă cîteva milioane de sisteme planetare. Gîndindu-ne că măcar pe o parte din aceste planete ar exista condiţii prielnice apariţiei vieţii şi că viaţa ar putea să apară în epoci diferite pe planete diferite, n-ar fi exclus ca în întreaga galaxie să fie chiar mai multe civilizaţii, fie şi nu toate concomitente.

Problemă mai acută a devenit azi nu atît demonstrarea pluralităţii lumilor locuite, cît **detectarea acestor lumi.** În acest sens e vrednică de citat o scrisoare, care a căpătat ulterior un larg ecou ştiinţific internaţional, trimisă de Giuseppe Cocconi, profesor de fizică la Universitatea Cornell (S.U.A.), către Sir Bernard Lovell, directorul radiotelescopului britanic Jodrell Bank. Referindu-se la cantitatea aproximativă de planete din preajma sistemului nostru solar pe care ar fi posibilă o viaţă raţională şi susţinînd avantajele undelor electromagnetice care pot străbate fără deformări norii de plasmă din spaţiul interstelar, Cocconi susţinea că „fiinţele acestor planete au şi trimis spre stelele din imediata vecinătate fascicule de unde electromagnetice modulate, într-o formă raţională, adică şiruri de unde corespunzînd numerelor prime" şi că „aceste fiinţe speră un semn de viaţă". Cocconi propunea utilizarea, pentru asemenea ţeluri, a marelui radiotelescop de la Jodrell Bank.

Despre extraordinarele surse de energie care sînt enigmaticele formaţii stelare numite **quasari** şi

pulsari s-a presupus că ar fi de fapt niște imenși emițători artificiali. Totuși, încă mulți oameni de știință resping ipoteza, pe care alții, ca Fred Hoyle, o susțin cu căldură. Celebrul astrofizician englez merge chiar mai departe, riscînd ipoteza că ființele inteligente din Cosmos ne transmit programe de computeri și că, dacă am descifra mesajele lor, am putea reconstrui în laboratoarele noastre chiar acești computeri de model extraterestru. Deocamdată, însă, e devreme să ne avîntăm în asemenea prezumții.

Și totuși, **sîntem singuri în Univers sau nu?** Iar dacă nu sîntem unici, **un contact cu ceilalți e posibil?**

Acum cîțiva ani a fost descoperită așa-numita zonă W-3 din galaxia noastră, emițînd unde radio de un tip necunoscut și de o formidabilă energie. Întrucît aceste emisiuni pot străbate distanțe uriașe, iar datorită forței și frecvenței lor par produse artificial, după părerea unor astrofizicieni, printre care prof. E. M. Hafner, ele ar proveni de la niște ființe cosmice inteligente. Alte două zone sau radiosurse enigmatice, mult discutate acum cîțiva ani, sînt cele numite CTA-21 și CTA-102; aceasta din urmă a fost studiată cu mai multă atenție pentru ciudata comportare a emisiunilor sale, care slăbesc și se intensifică ritmic într-o perioadă de aproximativ 100 de zile, așa cum ar face un radio-far. Confirmate de radioastronomii de la observatorul Jodrell Bank (Anglia), semnalele CTA-102 (emise cu frecvența de 900 megahertzi, neobișnuită pentru radiosursele naturale) au fost considerate de prof. N. Kardașev și, în parte, de prof. I. Șklovski, a fi de proveniență artificială, mai mult chiar, venind de la o supercivilizație cosmică.

Există însă și alte genuri de manifestări, presupuse de obîrșie cosmică rațională, ca, bunăoară, imensul jet de flacără întinzîndu-se pe o lungime de sute de ani-lumină și care, pornind din nebuloasa Messier F 87, consumă probabil energia a sute de mii de stele.

Admițînd că asemenea civilizații cosmice există, e firesc să ne punem totodată întrebarea: cărei tipologii i-ar putea aparține ele? Bineînțeles, deocamdată nici un om de știință nu se aventurează în a le zugrăvi portretul. Problema e de a stabili ipotetic doar structurile sau măcar genul de comportament cosmic. Astfel, de pildă, prof. Freeman G. Dyson din Princetown (S.U.A.) susține că, în penuria de surse clasice de energie — să zicem după epuizarea resurselor naturale — unele categorii de ființe inteligente ar putea realiza niște învelișuri sferice artificiale (sferele Dyson), înfășurîndu-și astfel propriul sistem solar, pentru a reține întreaga energie a acestuia. Asemenea sfere, de o mare intensitate calorică, producînd radiații infraroșii, ar capta integral energia Soarelui respectiv. Dyson crede că și omenirea noastră ar putea ajunge în asemenea stadiu energetic cam peste trei milenii.

Sprijinindu-se pe această seducătoare ipoteză, profesorul sovietic Nikolai Kardașev a făcut o interesantă **clasificare a civilizațiilor cosmice**, din punct de vedere energetic. Astfel, civilizațiile de gradul I (ca omenirea noastră în prezent) sînt cele care utilizează toate resursele de energie ale planetei lor; civilizațiile de gradul II își reorganizează materia planetară înconjurătoare așa încît, creînd un înveliș sferic impenetrabil al întregului lor sistem stelar (sfera Dyson), să poată folosi integral energia Soarelui respectiv; în fine, civilizațiile de gradul III (care ar fi, poate, alcătuite din societăți galactice colaboratoare) ajung să utilizeze, prin aceeași sfericizare, toată energia stelelor galaxiei lor și e de remarcat că, pentru aceste civilizații, consumul de energie pe secundă ar depăși cu 10^{25} toată cantitatea de energie consumată azi într-o secundă pe Pămînt (dacă ar fi transcrisă cu toate zerourile ei, această cifră ar depăși în întindere spațiul articolului nostru!).

Radiosursa CTA-102, socotindu-se că ar aparține unei civilizații de gradul II, se află undeva în regiunea constelației Pegas și emite, cum s-a arătat, cu o intensitate oscilatorie periodică de aproape 100 de zile. Îndelungatele observații ale unei echipe de astronomi sovietici, condusă de G. V. Solomițki, au fost confirmate în 1965 și de colaboratorii observatorului american de pe muntele Palomar, radiosursa fiind

detectată la o distanță de 7—8 miliarde ani lumină ; este o stea de o forță energetică cu totul neobișnuită, amintind de un quasar și, dacă interpretarea lui N. S. Kardașev s-ar dovedi exactă, această stea ar aparține unei civilizații de gradul III. E interesant de adăugat că un comentator sovietic al fenomenului (V. N. Komarov, în cartea sa „Omul și tainele Universului", 1966) consideră că, în cazul unui mesaj cosmic, civilizația emițătoare ar trebui să aleagă pentru intensitatea maximă a radiosemnalelor sale frecvențele care suferă de un minimum de paraziți și că, în situația emisiunilor radiosursei CTA-102, energia maximă de radiație coincide tocmai cu situația cea mai favorabilă din spațiul cosmic, adică e deranjată cel mai puțin de paraziți. E semnificativ dacă adăugăm că asemenea condiții de emisie ar permite, în numai 24 de ore, transmiterea codificată a întregii informații de care dispune Terra în zilele noastre.

Unii savanți nici nu se mai îndoiesc de perspectiva contactelor cu aceste civilizații. De pildă, astrofizicianul american prof. G. W. Cameron declarase în 1970, de la tribuna unei conferințe internaționale, că un contact cu civilizațiile extraterestre este iminent. Pornind de la aceasta, oameni de știință au încercat să răspundă la întrebarea : **cum sînt aceste ființe ?**

Bunăoară, Arthur C. Clarke, astronom și scriitor, susține că se pot imagina în Univers ființe inteligente de dimensiuni nelimitate, cu condiția ca ele să se fi dezvoltat nu pe o planetă, ci direct în spațiul interstelar, de pildă sub forma unor nori cosmici inteligenți sau chiar a unor stele inteligente. Presupunînd că o astfel de ipoteză de la granița fantasticului ar fi justificată, trebuie să admitem că un contact între omenire și asemenea titani e și mai greu de imaginat. Iar fizicianul american Fr. Ordway, referindu-se într-o anchetă de presă consacrată civilizațiilor extraterestre la dificultățile obiective de contact, presupunea următoarele : „Devine tot mai verosimilă ideea ca unele civilizații cosmice să aibă o astfel de formă încît, chiar dacă printr-o minune ne-am afla în contact cu ele, nu le-am recunoaște, deoarece ele ar putea fi într-atît de avansate față de noi, încît n-ar prezenta vreunul din semnele exterioare a ceea ce noi, pămîntenii, numim civilizație. Poate că aceste ființe ne-ar socoti la fel cum considerăm noi înșine celulele sau virușii. Oricum, **e cert că între miliardele de civilizații posibile există una sau mai multe aflîndu-se într-un stadiu sau o formă de felul celei pe care o avem noi azi. E mult prea pretențios să credem că sîntem unici**".

Dacă-i vom întîlni vreodată, în ce limbă ne vom înțelege cu „ei" ?

În ultima vreme se pune tot mai stăruitor întrebarea dacă acești extratereștri care ar veni să ne viziteze sînt „buni" sau „răi". Chiar dacă am face abstracție de tradiția mitologică, în care unii consideră că putem descifra rezultatele, deformate de memoria timpului, ale uneia sau mai multor întîlniri pașnice și fertile între civilizațiile cosmice și omenirea primitivă, oricum este mult mai greu de admis ipoteza „răutății" eventualilor noștri oaspeți cerești. Și aceasta nu dintr-o anume înclinație afectivă a noastră, ori de teamă. Numeroși oameni de știință oferă argumente pe cît de simple, pe atît de greu de respins. Astfel, Ronald N. Bracewell, într-o prelegere din cursul său de la Universitatea din Sidney, respingea ideea năstrușnică despre niște călători astrali care ar veni pe Terra să ne fure aurul sau materialele fisionabile sau pe noi înșine, ca... materie primă ori ca

sclavi, întrucît, zicea savantul, nici o civilizație capabilă să investească o energie uriașă pentru străbaterea unor imense distanțe cosmice nu se poate interesa de niște lucruri pe care le poate sintetiza mult mai ieftin la ea acasă și că „lucrul cel mai interesant ce se poate transporta de la o stea la alta este informația, iar aceasta se poate realiza prin radio".

Un alt om de știință, Ph. Morrison, se exprimă și mai plastic : „Dacă eu m-aș uita într-un microscop și aș vedea un grup de bacterii care ar cînta, ca un cor studențesc : «Nu turnați iod peste noi, Vrem să stăm de vorbă cu voi !», n-aș mai avea nici un chef să bag aceste bacterii în sterilizator".

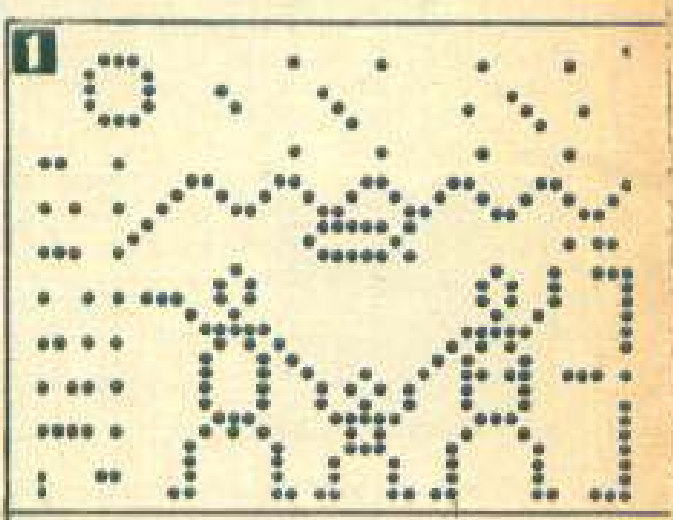
Așa sau altfel, prudența oamenilor de știință față de eventualitatea unei întîlniri cosmice își are înțelesul ei : fără să ne fie frică de posibila fire ofensivă a oaspeților, putem presupune că, fiind ei de altă structură biologică decît noi, ne-ar putea face rău fie și din imprudență. În această privință nu e de prisos să amintim cuvintele rostite cu umor de astrofizicianul american F. B. Salisbury : „Pot să-mi imaginez ce atitudine aș avea eu față de un aparat care ar ateriza de pe Marte în grădina mea și ar începe să înșface cu niște «mîini» mecanice, în calitate de probe, merii mei, pisica mea sau poate chiar pe mine însumi".

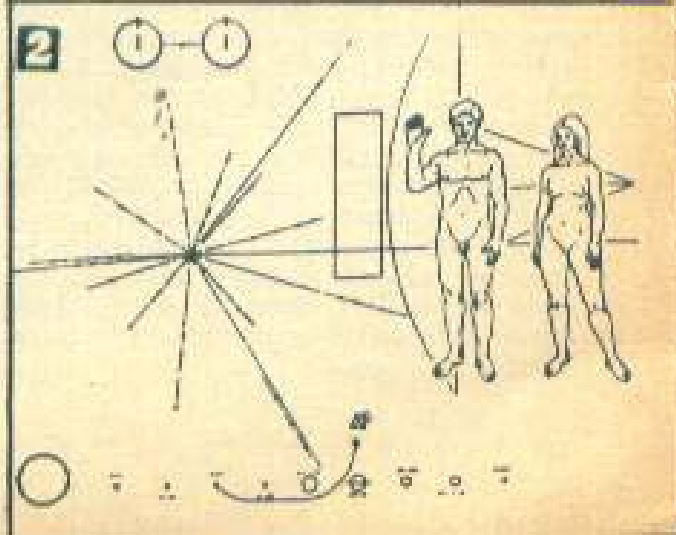
Există însă o întrebare din ce în ce mai stăruitoare în legătură cu mult dezbătutele **farfurii zburătoare**, mai ales cînd partizanii O.Z.N.-urilor susțin că vizitele s-au și efectuat : de ce nu-i vedem și **noi** pe acești oaspeți ?

În raport cu dimensiunea populației terestre actuale, întrebarea pare naivă. Eventualii pasageri din O.Z.N. ar putea să nu existe, după cum însă ar putea, venind printre noi, să treacă neobservați ; trebuie să ne gîndim că eventualii reprezentanți ai unei civilizații extraterestre nu ar avea de unde să cunoască... regimul vamal sau protocolul diplomatic al Terrei. Fie că un contact s-ar produce la mari distanțe prin radio, fie că ar avea loc undeva chiar pe suprafața planetei noastre, de cea mai mare importanță este modalitatea acestui contact, în primul rînd **limbajul comun** necesar.

Încă în urmă cu multe decenii se proiectau soluții fantasmagorice și naive, de exemplu plantări de vegetație în perimetrele unor gigantice figuri geometrice sau întreținerea unor permanente surse concentrate de lumină artificială. Dar epoca contemporană, în orice caz mai realistă, a renunțat la vechile dorințe romantice, pentru a propune diverse tipuri concrete de **radiolimbaj.** Dintre ele, cu deosebire, se detașează două : unul, ca să zicem așa, imagistic, altul epic.

Radioastronomul F. D. Drake propunea sistemul de calcul binar (folosit de obicei la mașinile electronice) care simplifică efortul prin utilizarea doar a două simboluri matematice : 1 și 0 (zero fiind, de fapt, traductibil prin spațiu alb, iar cifra 1 compunînd astfel imaginea dorită). E interesant de reținut că, după o conferință de la Observatorul Green-Bank, Drake le-a transmis tuturor colegilor săi un text într-un astfel de limbaj codificat, pe care însă n-a reușit nimeni să-l descifreze. Dar o variantă mai simplă, elaborată după același principiu, pare să aibă oarecari șanse, deoarece din aranja-

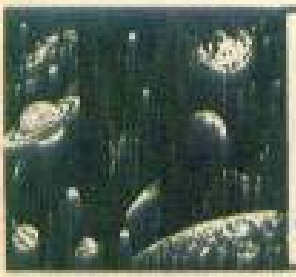




mentul a 41 simboluri pe 31 de rînduri (zerourile fiind pauze, adică locuri goale) se poate compune un desen elementar (ca acela din figura nr. 1) care să descrie în simbol plastic o planetă aptă pentru viață : Soarele, planetele ce se rotesc în jurul lui, o linie vălurită care ar indica existența apei, simbolurile atomilor de hidrogen, acid carbonic și oxigen, deci compoziția unei atmosfere posibile, în fine — unitatea familială a ființelor raționale : bărbatul, femeia, copilul.

Altceva e mesajul gravat pe o placă de aluminiu aurit (152 mm × 229 mm) care s-a montat pe suprafața navei spațiale „Pioneer-10", pornită în zbor spre planeta Jupiter. Placa (fig. nr. 2) poartă cîteva imagini simbolice : locul planetei noastre în galaxie, cele două simboluri de ființe raționale terestre — bărbatul și femeia, cîteva figuri geometrice și reprezentarea schematică a planetelor sistemului solar (cu indicația parcursului navei, de la Pămînt la Jupiter). Tot din categoria mesajelor imagistice face parte și propunerea lui Ph. Morrison, mult mai simplă, constînd în transmiterea prin televiziune a unor simboluri și teoreme (de pildă, elementele componente ale teoremei lui Pitagora), întrucît dacă e mai greu de presupus că alte ființe raționale ar fi construite aidoma nouă și deci apte să înțeleagă structura noastră biologică din niște simboluri elementare, e mai ușor de admis că orice ființe raționale ajunse la stadiul de civilizație înaintată trebuie să posede cunoștințe matematice universale. Matematicianul englez Lancelot Hogben propunea o așa-numită „astroglossă", o „sintaxă cerească" sui-generis, cu exprimare prin simple impulsii a unor simboluri matematice.

Matematicianul olandez Hans Freundthal a inventat așa-zisa „lincos" (lingua cosmica), alcătuită dintr-un amestec de simboluri matematice, biologice și lingvistice, iar subiectul pe care-l codifică e de astă dată unul... epic. Bizara alcătuire de cifre și crîmpeie de cuvinte este o descriere a omului, iar „traducerea" oferită chiar de Freundthal sună așa : „Existența corpului omenesc începe puțin înainte de existența omului însuși. Același adevăr se potrivește unor animale. Mat — mamă. Pat — tată. Pînă la debutul existenței autonome a omului, corpul său reprezintă o parte din corpul mamei sale. El provine dintr-o parte a corpului mamei și dintr-o parte a corpului tatălui" ș.a.m.d. Știm însă cît de greu se descifrează chiar aici, pe Pămînt, limbile moarte (de pildă etrusca) și se pune întrebarea dacă fără celebra piatră găsită la Roseta (conținînd un text egiptean hieroglific, altul demotic și al treilea grecesc), Champollion ar fi putut descifra scrierea și limba egipteană ?



Se așteaptă răspuns la o depeșă cosmică expediată acum 13 000 de ani

Avantajele radioastronomiei par incalculabile. Un studiu făcut în 1969 de L. M. Ghindilis (U.R.S.S.) demonstra că tehnica terestră e capabilă în prezent să comunice la distanțe de sute de ani-lumină dacă s-ar folosi unde electromagnetice cu lungimi de undă pînă la 25 m. Azi se știe însă că laserul poate parcurge distanțe mult mai mari. Și, de fapt, nici nu e necesară atîta irosire de energie, de vreme ce pînă și un radioemițător de o mie de kilowați, după un calcul recent, ar putea atinge distanțe de cîteva mii de ani-lumină, transportînd un mesaj de 100 de cuvinte în 2 500 secunde, ceea ce nu ar costa mai mult de 180 franci francezi. Cît privește semnalele radio recepționate pe Pămînt și venite din surse foarte îndepărtate

și incomparabil mai puternice decît ale noastre (fie W-3, fie CTA-102 ori altele), chiar dacă ele par artificiale, trebuie multă prudență științifică, deoarece nu orice emisiune de un ritm regulat poate fi un mesaj.

Iată însă că **anul 1973 a afișat o noutate dintre cele mai senzaționale. S-a emis părerea că o astronavă galactică, rotindu-se de 13 milenii în jurul planetei pe o orbită sublunară, ar transmite mesaje către omenire și ar acumula, în același timp, informații despre noi și planeta noastră !** Vestea, părînd o pagină de narațiune fantastică, a fost comunicată totuși de un reputat astronom scoțian, Duncan Lunan, în vîrstă de 27 de ani, și a antrenat în cercetări mai mulți oameni de știință. Astronomul a pornit de la niște date din anul 1928, cînd un specialist în telecomunicații a observat că un șir de unde hertziene lansate de el în spațiu produceau, lovindu-se de ionosferă, afară de ecourile normale, și o serie de ecouri nejustificat întîrziate.

Analizînd, după peste patru decenii, acele decalaje de ecou, astronomul scoțian a emis ipoteza că un reflector necunoscut s-ar fi aflat în apropierea planetei noastre, în bună măsură armonizat cu mișcarea ei. Cercetînd cu atenție semnalele rezultate din acest dublu ecou, care nu era opera hazardului, Lunan le-a transpus într-o schemă matematică și a văzut surprins că punctase, fără să știe, o constelație în care orice astronom recunoaște lesne... constelația Bouvier, unde se află și steaua dublă Epsilon Bootis, la distanța de 103 ani-lumină de Terra. Studiind diagramele întocmite pe baza semnalelor, Duncan Lunan afirmă că semnalele alcătuiesc un anumit mesaj, emis de o navă sau o sondă extraterestră venită, acum 13 000 ani, de pe a șasea din cele șapte planete ale zonei stelare Epsilon Bootis.

Viitorului îi rămîne sarcina să confirme sau să infirme această ipoteză fascinantă.

★

Poate că uneori ne situăm la hotarul dintre știință și fantezie. Totuși, nu ne îngăduim să uităm că aceste două zone limitrofe se interferează și sînt împrejurări cînd, cum știe toată lumea, se și suprapun. Fără impulsul fantasticului din gîndirea omenească, această gîndire nu ar fi realizat, din răstimp în răstimp, salturi atît de spectaculoase.

Batem la porțile Universului, dar nu numai cu metafora sau cu ideea, ci cu munca minții și mîinilor omenești, cu astronava transportînd oameni vii în cerul pe care miturile l-au populat cu zei. Sîntem oare îndreptățiți, după șirul succeselor certe despre care vorbește lumea întreagă, să ne mai punem întrebarea : încotro omule cosmic ? Poate că răspunsul e inclus chiar în termenii întrebării.

Victor KERNBACH

Previziuni spațiale

1975 — Bază temporară pe Lună. Stațiune automată pe Marte (proiectul „Viking").
1980 — Bază permanentă pe Lună. Debarcare pe Marte și reîntoarcere pe Pămînt.
1990 — Bază permanentă pe Marte. Exploatare de materii prime de pe Lună.
1995 — Debarcare pe sateliții lui Jupiter.
2000 — Cursă cosmică de lungă durată.
2050 — Comunicație intergalactică (misiune spre alte sisteme solare). Trafic comercial regulat între Pămînt și Lună.

ASTRONAVE CU ECHIPAJ UMAN ÎN SPAȚIUL COSMIC

Astronava	Data lansării	Astronauți	Revoluții	Durata de zbor	Rezultatele
1) Vostok I (U.R.S.S.)	12. IV. 1961	Iuri Gagarin	1	1h 48m	Primul om în Cosmos
2) Mercury-Redstone 3 (S.U.A.)	5. V. 1961	Alan Shepard	suborbitală	0h 15m	Primul american în spațiu
3) Mercury-Redstone 4 (S.U.A.)	21. VII. 1961	Virgil Grissom	suborbitală	0h 16m	Evaluarea capacității funcționale a omului în spațiu
4) Vostok II (U.R.S.S.)	6. VIII. 1961	Gherman Titov	16	25h 18m	Rămînerea în spațiu peste 24 de ore
5) Mercury-Atlas 6 (S.U.A.)	20. II. 1962	John Glenn	3	4h 55m	Primul american pe orbită
6) Mercury-Atlas 7 (S.U.A.)	24. II. 1962	M. Scott Carpenter	3	4h 56m	Aterizarea la 250 mile de țintă
7) Vostok III (U.R.S.S.)	11. VIII. 1962	Andrian Nikolaev	60	94h 22m	Primul zbor în grup (Vostok III și IV)
8) Vostok IV (U.R.S.S.)	12. VIII. 1962	Pavel Popovici	45	70h 57m	Apropierea la circa 5 km de Vostok III
9) Mercury-Atlas 8 (S.U.A.)	3. X. 1962	Walter Schirra	6	9h 13m	Aterizarea la 5 mile de țintă
10) Mercury-Atlas 9 (S.U.A.)	15. V. 1963	L. Gordon Cooper	22	34h 20m	Primul zbor american de durată
11) Vostok V (U.R.S.S.)	14. VI. 1963	Valeri Bikovski	76	119h 6m	Al doilea zbor în grup (Vostok V și VI)
12) Vostok VI (U.R.S.S.)	16. VI. 1963	Valentina Tereșkova	45	70h 50m	Prima femeie în Cosmos
13) Voshod I (U.R.S.S.)	12. X. 1964	Vladimir Komarov Konstantin Feoktistov Dr. Boris Egorov	15	24h 17m	Primul echipaj cosmic
14) Voshod II (U.R.S.S.)	18. III. 1965	Alexei Leonov Pavel Beleaev	16	26h 2m	Primul astronaut ieșind din navă în spațiul cosmic (Leonov, 10 minute)
15) Gemini 3 (S.U.A.)	23. III. 1965	Virgil Grissom John Young	3	4h 53m	Prima conducere manuală a astronavei pe orbită

Astronava	Data lansării	Astronauți	Revoluții	Durata de zbor	Rezultatele
16) Gemini 4 (S.U.A.)	3. VI. 1965	James McDivitt Edward White	62	97h 48m	Plimbare în afara navei (White, 21 minute)
17) Gemini 5 (S.U.A.)	21. VIII. 1965	L. Gordon Cooper Charles Conrad	120	190h 56m	Primul zbor cosmic uman prelungit
18) Gemini 7 (S.U.A.)	4. XII. 1965	Frank Borman James Lovell	206	330h 35m	Zbor spațial de lungă durată
19) Gemini 6 A (S.U.A.)	15. XII. 1965	Walter Schirra Thomas Stafford	16	25h 52m	Prima întîlnire spațială
20) Gemini 8 (S.U.A.)	16. III. 1966	Neil Armstrong David Scott	6,5	10h 42m	Prima cuplare spațială (cu racheta Agena)
21) Gemini 9 A (S.U.A.)	3. VI. 1966	Thomas Stafford Eugene Cernan	44	72h 21m	Întîlnire spațială ; activitate extravehiculară ; aterizare precisă
22) Gemini 10 (S.U.A.)	18. VII. 1966	John Young Michael Collins	43	70h 47m	Întîlnire cu 2 ținte ; regăsirea rachetei purtătoare Agena
23) Gemini 11 (S.U.A.)	12. IX. 1966	Charles Conrad Richard Gordon	44	71h 17m	Întîlnire spațială
24) Gemini 12 (S.U.A.)	11. XI. 1966	James Lovell Edwin Aldrin	59	94h 33m	3 ieșiri extravehiculare
25) Soiuz I (U.R.S.S.)	23. IV. 1967	Vladimir Komarov	17	26h 40m	(Accident ; moartea astronautului Komarov)
26) Apollo 7 (S.U.A.)	11. X. 1968	Walter Schirra Donn Eisele R. Walter Cunningham	163	260h 9m	Primul zbor uman din ciclul „Apollo"
27) Soiuz III (U.R.S.S.)	26. X. 1968	Ghiorghi Beregovoi	60	94h 51m	Întîlnire cu Soiuz II (navă fără echipaj)
28) Apollo 8 (S.U.A.)	21. XII. 1968	Frank Borman James Lovell William Anders	Orbită selenară, 10 revoluții	147h	Primii oameni călătorind în jurul Lunii

Astronava	Data lansării	Astronauți	Revoluții	Durata de zbor	Rezultatele
29) Soiuz IV (U.R.S.S.)	14. I. 1969	Vladimir Șatalov	45	71h 14m	Cuplare spațială cu Soiuz V
30) Soiuz V (U.R.S.S.)	15. I. 1969	Boris Voleanov Alexei Eliseev Evgheni Hrunov	46	72h 46m	Cuplare cu Soiuz IV ; trecerea lui Eliseev și Hrunov în nava Soiuz IV
31) Apollo 9 (S.U.A.)	3. III. 1969	James McDivitt David Scott Russel Schweickart	151	241h 1m	Prima ieșire în modulul lunar în spațiul extraatmosferic
32) Apollo 10 (S.U.A.)	18. V. 1969	Thomas Stafford Eugene Cernan John Young	Orbită selenară, 31 revoluții	192h 3m	Coborîre pînă la distanța de 9 mile de Lună
33) Apollo 11 (S.U.A.)	16. VII. 1969	Neil Armstrong Edwin Aldrin Michael Collins	Orbită selenară a modulului de comandă, 30 revoluții	195h 18m	Primii oameni pe Lună : Armstrong și Aldrin aselenizează, în modulul lunar, în Marea Liniștii ; efectuează o plimbare pe solul selenar, rămînînd pe Lună 21h 36m
34) Soiuz VI (U.R.S.S.)	11. X. 1969	Gheorghi Șonin Valeri Kubasov	79	118h 42m	Experiment de sudură a metalelor în spațiu
35) Soiuz VII (U.R.S.S.)	12. X. 1969	Anatoli Filipcenko Vladislav Volkov Viktor Gorbatko	79	118h 41m	Experiment de construcție și laborator orbital
36) Soiuz VIII (U.R.S.S.)	13. X. 1969	Vladimir Șatalov Alexei Eliseev	79	118h 41m	Construcție și laborator orbital
37) Apollo 12 (S.U.A.)	14. XI. 1969	Charles Conrad Alan Bean Richard Gordon	Orbită selenară a modulului de comandă, 45 revoluții	244h 36m	Conrad și Bean aselenizează, în modulul lunar, în Marea Furtunilor

Astronava	Data lansării	Astronauți	Revoluții	Durata de zbor	Rezultatele
38) Apollo 13 (S.U.A.)	11. IV. 1970	James Lovell Fred Haise John Swigert	Un zbor în jurul Lunii și întoarcerea pe Pământ	142h 52m	Defecțiune în drum spre Lună și imposibilitatea aselenizării ; întoarcerea fără consecințe tragice.
39) Soiuz IX (U.R.S.S.)	1. VI. 1970	A. Nikolaev V. Sevastianov	287	424h 59m	Zbor de durată în vederea călătoriilor cosmice lungi.
40) Luna XVII (U.R.S.S.)	10. XI. 1970	—	—	7 zile	Debarcarea pe Lună a selenomobilului „Lunohod 1", teleghidat de un echipaj terestru.
41) Apollo 14 (S.U.A.)	2. II. 1971	Alan Shepard Stuart Roosa Edgar Mitchell	Orbită selenară a modulului, 34 revoluții		Shepard și Mitchell aselenizează, în modulul lunar, lîngă craterul Fra Mauro
42) Soiuz X (U.R.S.S.)	22. IV. 1971	Vladimir Șatalov Alexei Eliseev Nikolai Rukavicinikov	32	48h	Abordaj și cuplare cu satelitul Saliut (5 1/2 ore), prototip de stație orbitală
43) Soiuz XI (U.R.S.S.)	6. VI. 1971	Ghiorghi Dobrovolski Vladislav Volkov Viktor Pațaev	360	276h	Întîlnire cu stația Saliut ; cosmonauții se transferă în Saliut, unde lucrează 23 zile; se întorc și mor asfixiați la întoarcerea spre Pământ
44) Apollo 15 (S.U.A.)	26. VII. 1971	David Scott Alfred Worden James Irwin	Orbită selenară a modulului de comandă, 74 revoluții	295h 12m	Scott și Irwin, aselenizînd, explorează în automobilul lunar o regiune selenară ; Worden iese din modulul de comandă (la 200 000 mile distanță de Terra) și efectuează o serie de experiențe în modul

Astronava	Data lansării	Astronauți	Revoluții	Durata de zbor	Rezultatele
45) Apollo 16 (S.U.A.)	16. IV. 1972	Charles Duke Th. Mattingly John Young	Orbită selenară, 74 revoluții	254h 51m	Duke și Young stau 71 ore și 2 minute pe Lună, recoltind mostre de roci
46) Apollo 17 (S.U.A.)	7. XII. 1972	Eugene Cernan Harrison Schmitt Ronald Evans			Instalarea pe Lună a laboratorului autonom „Alsep" ; 3 excursii cu un „jeep selenar" (36,1 km) ; aducerea pe Pământ a 17 kg mostre
47) Luna XXI (U.R.S.S.)	8. I. 1973	—	—	8 zile	Depunerea pe Lună a selenomobilului de explorare „Lunohod 2", teleghidat de un echipaj terestru
48) Skylab 027 (S.U.A.). ● echipajul Skylab-1	14. V. 1973 15. V. 1973	Charles Conrad Paul Weitz Dr. Joseph Kerwin	Orbită circumterestră la 433 km altitudine	28 zile	Verificarea capacității umane de trai, muncă și odihnă în imponderabilitate prelungită ; observații astronomice și terestre
● echipajul Skylab-2	28. VII. 1973	Alan Bean Dr. Owen Garriott Jack Lousma	Orbită la 435 km.	59 zile, 11h 9m.	Studierea medicală a comportamentului organismului uman ; studierea altor organisme, într-o minimenajerie
● echipajul Skylab-3	16. XI. 1973	Paul Gerald Carr William Pogue Dr. Ed. Gibson	—	Durata prevăzută : circa 85 zile	Continuarea observațiilor asupra organismului uman ; activități de cercetare științifică spațială
49) Soiuz XII (U.R.S.S.)	27. IX. 1973	Vasili Lazarev Oleg Makarov	Orbită circumterestră	2 zile	Dirijarea automată și manuală în diverse regimuri de zbor ; spectrofotografii ale Pământului

CIFRELE în

● Simularea și cercetarea sistemelor complexe
● Experimentarea inexistentului, manevrarea inaccesibilului, observarea viitorului, comprimarea timpului.

De la soldații de plumb la pantomima cifrelor

Prin mulțimea de cuvinte noi și ciudate care ne inundă își face energic loc și cuvîntul „simulare". Și este, poate, ciudat că în lumea noastră practică, în lumea concretului, a utilității și a eficienței își face loc tocmai simularea — abstractă și irealã, mimînd realitatea de la distanță, dar cu pretenții de mentor, ingenios șperaclu electronic pentru unele dintre lacătele rafinate ale cunoașterii interacțiunilor complexe.

Simularea în sine nu este nouă. Cu soldați de plumb s-au jucat nu de azi-de ieri și copii, dar și mari strategi, analizînd variante ale dispunerii efectivelor în bătăliile ce le stăteau în față. Numai că soldații care pînă ieri erau de plumb au căpătat acum formă de cifre alergînd abil și ciocnindu-se în relații matematice în circuitele și memoriile calculatoarelor electronice. Cît despre faptul că esența unei realități fizice concrete poate avea un corespondent în expresii matematice aparent abstracțe știe fiecare copil care învață că, în orice triunghi dreptunghi, de orice formă și mărime, $c^2=a^2+b^2$ — adică ipotenuza este exact atît de mare, încît pătratul construit pe ea este în suprafață cît amîndouă pătratele construite pe catete, luate la un loc.

— În ce sens simulare ? Orice relație matematică reprezintă o simulare ?

— Depinde. De altfel, însuși cuvîntul „simulare" este utilizat în diferite țări, de către diferite școli și curente, de către diferiți autori — nu întotdeauna cu același sens. Nu este aci locul unei discuții pedante despre aceasta. Arbitrar, dacă doriți, vom urmări numai unul dintre sensurile mai restrînse ale cuvîntului.

Așadar, în cadrul simulării, variabilele matematice reproduc, imită comportarea unor mărimi din lumea reală, relațiile matematice imită interacțiuni din lumea reală, astfel încît în calculator se realizează o copie animată, o pantomimă a fenomenelor fizice, economice sau de orice altă natură, copie care „funcționează", respiră, se desfășoară în timp într-un mod similar, paralel cu fenomenele reale. Cifrele „se mișcă" precum semenii lor adevărați, concreți din lumea reală, a căror comportare o **simulează.**

Să luăm un vas. Printr-o țeavă apa intră în vas, prin alta se scurge. Dacă intră mai multă apă decît se scurge, vasul se umple și se revarsă peste margini. (Nu este o problemă de joacă : dacă o centrală hidroelectrică nu absoarbe atîta apă cîtă aduc rîurile în lacul de acumulare, nivelul acestuia crește și apoi apa „deversează" peste baraj. Ad-

pantomimă

mirăm cu toții minunatul spectacol al deversării și sîntem supărați cînd sîntem privați de el, barajul fiind uscat, dar apa deversată este energie pierdută, așa că energeticienii se luptă din greu să nu „piardă apă", spre necazul turiștilor). Ei bine, atunci punem în memoria calculatorului cîteva cifre. Ele reprezintă, fiecare :

— timpul (de exemplu ora, în cazul nostru) ;

— cîtă apă intră în momentul respectiv ;

— cîtă apă iese ;

— nivelul apei (scădem apa care iese din apa care intră și apoi ușor obținem cu cît a scăzut sau a crescut nivelul față de cel din momentul precedent) ;

— nivelul barajului (e constant, dar îl ținem minte) ;

— dacă apa deversează sau nu (este nivelul apei mai mare sau nu decît nivelul barajului ?). Memorăm și acest lucru, în calculator desigur.

Apoi trecem la momentul următor, respectiv la ora următoare. Și din nou : cîtă apă intră, cîtă iese, cît e acum nivelul apei, deversează sau nu ?

Iar mai îmbătrînim cu o oră (care în calculator poate fi o mică fracțiune de secundă) — întocmai ca într-un film care se derulează cadru cu cadru — și iar ne întrebăm și iar vedem ce se întîmplă și tot așa de mii și mii de ori, „văzînd" ce se întîmplă oră de oră, zi de zi, anotimp de anotimp, poate an de an, pentru ca la sfîrșit să aflăm : deversează în medie una sau atîtea ore dintr-un an. Merge. Dacă ar deversa 50 de zile ar fi rău — și ar trebui să proiectăm o centrală de putere mai mare, care să absoarbă mai multă apă, să folosească mai din plin apa disponibilă. Nu deversează niciodată ? Am exagerat, investiția este inutil de scumpă, este cazul să fie redusă (sau regimul de exploatare prevăzut urmează să fie încă modificat).

Se poate, desigur, obiecta : probleme cu un vas avînd două țevi sînt la tot pasul, în orice carte școlară de matematică sau de fizică. De ce calculator ?

Este într-adevăr ușor de scăzut un debit **fix** din alt debit **fix** și de văzut ce se obține. (Și noi am făcut asta mai înainte, dar numai pentru un „pas" al simulării, pentru un moment de timp). Însă nici puterea cerută centralei hidroelectrice nu este constantă, ci variază mereu odată cu sarcina sistemului energetic, nici — mai ales — nu este fix debitul riurilor care alimentează lacul de acumulare, pentru că el variază după fiecare ploaie sau zi secetoasă și cu atît mai mult de la un anotimp la altul. Și aci ajungem la o altă întrebare :

Este oare științific a da cu zarul ?

Într-adevăr, pentru gîndirea noastră cea de toate zilele, rigoarea științifică este tocmai opusul întîmplării, al ghicitului, al hazardului. Știința ne oferă soluții optime și fundamentate. Atunci cînd, neștiind ce să facem, acționăm „la întîmplare", acționăm tocmai invers decît ne-ar putea învăța știința.

Așa s-ar părea. Așa și este în multe situații simple. Pentru a spune cît face 2x2 nu este loc pentru întîmplare (și, în exemplul dat, nici mult loc pentru știință...).

Desigur, în viață, în natură, în tehnică, în societate totul este determinat. Desigur, fiecare lucru se întîmplă sub acțiunea unei cauze. A unor cauze. A unui ansamblu de cauze. A unei mari și complexe mulțimi de cauze. Iar cu cît cauzele sînt mai multe și mai diverse (și acționează, cel puțin unele dintre ele, independent) cu atît mai puternic se manifestă ceea ce numim întîmplare, statistică, probabilitate.

Pînă și în riguroasa lume a tehnicii, timpul cît așteptăm tonul la telefon depinde de buna stare de funcționare a mii de dispozitive diferite, dar și de numărul de abonați care așteaptă tonul sau formează numărul atunci cînd noi am ridicat receptorul. Oricine are o cauză precisă pentru care are de dat un telefon și un șir de cauze mărunte pentru care o face tocmai acum. Dar **numărul** celor care tocmai acum au de telefonat este întîmplător, pentru că se suprapun atîtea

și atitea cauze diverse și independente. În orice utilaj, o piesă se defectează din cauză că s-a uzat și viciile ei ascunse o aduc la limita la care piesa nu mai face față solicitării ; dar felul, mărimea și gravitatea viciilor ei ascunse au un șir de cauze, gradul ei de uzură în lungul timp cît a funcționat — un alt șir de multiple cauze, iar solicitarea, sarcina — altele, așa că **momentul** defectării este întîmplător.

Fără îndoială, întîmplător nu înseamnă că nu știm nimic și nu putem face nimic. Dacă numărul de circuite și de dispozitive din centralele telefonice este suficient de mare și cele care sînt — sînt destul de bine întreținute, nu vom avea de așteptat mult tonul. Dar să nu uităm că numărul de circuite și de dispozitive (și întreținerea lor) costă, așa că există **o măsură potrivită** și această măsură ne-o dau tocmai probabilitățile, legitățile statistice. Adică, studiind — sau presupunînd — cîți abonați simultani pot exista în medie, cît de mult și cît de des poate varia numărul lor față de medie, cîte dintre dispozitive pot fi simultan în bună stare etc. se calculează cîte dispozitive ar trebui să existe pentru ca, de regulă, nici să nu avem mult de așteptat tonul, nici să nu facem investiții inutile.

La fel și cu defectarea pieselor : în funcție de tipul, vechimea, uzura lor ș.a.m.d. știm cu aproximație care sînt legitățile statistice ale defectărilor și pe această bază putem să stabilim la un nivel economic optim ce este de făcut. (Că de multe ori se face „economie" de piese de schimb, ca și de circuite telefonice, „economie" pentru care se plătesc pagube însutite — asta e altă poveste).

Dacă așa stau lucrurile în tehnică, atunci ce să mai vorbim de biologie, economie, ecologie, societate, unde multitudinea de cauze diverse independente este mult mai mare, iar complexitatea interconexiunilor și a influențelor — mult mai profundă. Aproape odată cu abecedarul am învățat că legile sociale sînt legi statistice, care se realizează prin multitudinea de factori întîmplători. De la numărul de copii de școală pînă la cel al cumpărătorilor de paltoane în luna în care apare acest almanah, de la numărul de kilometri de cablu de exact cutare

tip de care va avea nevoie economia națională în 1974 sau în 1984 pînă la gradul de poluare a Trotușului, sau de la rentabilitatea unei întreprinderi pînă la numărul de telespectatori care agrează o anumită emisiune — totul are cauze, totul urmează legități, dar aceste legități au caracter statistic. Și numai cunoașterea, recunoașterea și înțelegerea corectă a caracterului lor statistic ne permit să le studiem fără să greșim și să luăm decizii optime.

De exemplu, dacă am dori să știm cum este asigurată aprovizionarea gospodinelor și, pentru aceasta, am lua telefonul și am forma 32 00 00, 32 00 01, 32 00 02 ș.a.m.d., 100 de numere la șir pentru a afla pe rînd părerea celor care răspund la telefon, am săvîrși cel puțin două categorii de greșeli, deși s-ar zice că analizăm lucrurile statistic.

Întîi, pentru că densitatea rețelei telefonice în București (și în orice oraș din lume) nu este uniformă și riscăm să aflăm preponderent păreri din zone cu mai multe telefoane, iar despre cartiere întregi — unele noi, altele vechi — să aflăm mult prea puține păreri față de numărul real de locuitori ai acestor cartiere și de probleme ale lor.

În al doilea rînd, pentru că cu 32 încep, în București, numere de

telefon din Drumul Taberei, încît dacă luăm la rînd, în ordine crescătoare, 100 de numere care încep cu 32, vor fi toate din aceeași zonă. Numai dacă luăm numerele **întîmplător** (sau într-o ordine fără nici o legătură cu cartierul — dacă o astfel de ordine există — adică, de fapt, tot o ordine care să reprezinte întîmplare în raport cu cartierul, de exemplu — ordinea alfabetică în cazul dat), numai atunci putem avea șanse de a fi cît de cît corect informați asupra situației din ansamblul zonelor cu telefoane ale orașului. Iată deci că numai dacă... dăm cu zarul procedăm corect, altminteri — nu.

Întîmplarea în transfocator

Sînt și probleme considerabil mai dificile, în care se combină mulți factori întîmplători, iar relațiile dintre aceștia sînt complicate. Unele sînt probleme „clasice" ale simulării. Stocurile într-un flux tehnologic, comercial etc., dependente de statistica livrărilor (intrărilor) și a consumurilor (ieșirilor). Numărul necesar de rampe de acostare într-un port, dependent de statistica traficului naval și a duratelor de încărcare-descărcare. Numărul personalului care trebuie școlarizat pentru anumite meserii ținînd seama de dinamica locurilor de muncă, de evoluția calificării necesare, de fluctuația personalului, de statistica rebuturilor în școlarizare. Influența corelării stopurilor din intersecții asupra fluenței traficului de vehicule. Prognoza consumului de combustibil în centralele termoelectrice ținînd seama de statistica debitelor de apă pentru centralele hidroelectrice, a consumurilor de energie, a condițiilor climatice și multe altele.

Sînt și probleme mai puțin clasice. Studiul poluării, dependentă de evoluția cantitativă și amplasarea diferitelor activități poluante, de progresele în gradul de combatere a poluării, de procesele biologice regeneratoare naturale, de factorii meteorologici ș.a. Evoluția demografică, dependentă statistic de evoluția nivelului de trai, cultură, sănătate sub diferite aspecte, în strînsă legătură cu condițiile economice, dotările social-edilitare ș.a. Procesele cibernetice, informaționale din mari sisteme tehnice și mai ales din societate, procese dependente de statistica fluctuațiilor și mutațiilor în activitățile desfășurate, de statistica fluxurilor informaționale, de statistica diferitelor perturbări și erori, de fenomenele statistice care se produc în însuși mecanismul de transmitere și prelucrare a informației și de conducere a proceselor respective ș.a.m.d.

În toate aceste cazuri, analiza științifică presupune studierea, pentru fiecare dintre factorii cu caracter întîmplător, a legităților statistice care îl caracterizează și punerea în interacțiune a valorilor reale, întîmplătoare ale mărimilor.

Desigur, o judecată „de primă impresie" poate spune : există, în orice proces întîmplător, niște valori caracteristice, niște medii, de exemplu. Operăm cu ele, ca și cum valorile ar fi constante, și totul este simplu. Este, într-adevăr, simplu și uneori este corect și eficient. Dar numai uneori. Să reluăm două exemple în care așa nu e bine, dintre cele enumerate mai înainte.

O bandă rulantă de montaj. Toate operațiunile sînt perfect calculate și sincronizate și, cît timp se respectă duratele de efectuare calculate, totul merge perfect. Dar aceste durate sînt **medii**, putînd fi întîmplător ceva mai mici sau mai mari. Să privim puțin mai atent ce se petrece. Un lucrător a terminat ceva mai repede operația sa și, dacă tocmai atunci predecesorul său nu a terminat și el mai repede, cel pe care-l privim așteaptă, pierde timpul ; dacă următorul de după el nu a terminat și el mai repede, subansamblul pe care l-a dat mai repede stă nefolosit. Dimpotrivă, dacă lucrătorul nostru a avut mai mult de furcă și a terminat mai tîrziu ce a avut de făcut, îl așteaptă și pierde timpul următorul și, dacă acesta nu recuperează întîrzierea, pierd timpul unul după altul toți lucrătorii pînă la capătul benzii de montaj. Așadar, orice

variație, în orice sens, față de medie provoacă pierderi, iar variații întîmplătoare, inevitabil, există. Soluția este cunoscută : „stocuri" de rezervă intermediare. Dar și acestea costă, iar cît de mari trebuie ele să fie ne spune **numai** statistica variațiilor întîmplătoare față de medie. Media însăși nu ne spune nimic ; dacă ar fi să ne luăm după medie, stocurile nici n-ar trebui să existe. (Desigur, banda de montaj este numai un exemplu elementar ; problema se pune la fel sau mai complex în nenumărate procese tehnice și economice, mergînd pînă la sistemul național de aprovizionare tehnico-materială și la alte mari sisteme. Și — ușor de văzut — tot aci se încadrează și problema noastră cu deversarea apei. Numai variațiile **întîmplătoare** ale debitelor pot conduce la deversare dacă mediile nu conduc la aceasta).

Al doilea exemplu. Orice informație se transmite cu o anumită întîrziere (și ea variind întîmplător, dar nu despre aceasta este vorba acum). Să presupunem că examinăm supravegherea centralizată prin dispecer a unui sistem energetic. Dacă mărimile ar fi perfect constante, întîrzierea de transmitere nu ar genera erori. Dar tensiunea, puterile pe linii fluctuează. Așa că la dispecerul național se știe ce valori au avut mărimile cu cîteva secunde în urmă, cînd au fost măsurate în vederea transmiterii, iar acum, în momentul recepționării, valorile din sistem pot fi în realitate altele ; diferența constituie eroare. Cu cît fluctuațiile sînt mai mari, cu atît erorile sînt mai mari. Media nu ne spune nimic despre însăși existența fenomenului de eronare. Și nu este greu de imaginat că și în tranzacțiile financiare internaționale fluctuațiile în cursul de schimb al devizelor pot fi la fel de generatoare de erori dacă informarea și deciziile se bazează pe cursul valutar de ieri sau pe cel de acum o săptămînă sau o lună. Desigur, trebuie să ne informăm cît mai operativ, dar care este limita la care să nu mai tot modificăm și reorientăm deciziile ? Numai studiul statisticii fluctuațiilor ne dă un răspuns științific fundamentat.

Calculatorul în rol de zar

Din păcate — s-ar părea — așa este : în viață, în tehnică, în natură, în societate este multă întîmplare. Dar calculatorul ? Calculatorul numeric este un mecanism riguros și dacă nu este riguros — nu e calculator. Cum simulăm întîmplarea ?

Nici o grijă. Calculatorul, această sculă respectabilă, știe să dea cu zarul. Nu este ușor de făcut ca mecanismul cel sobru să afișeze nonșalanța întîmplării, dar se poate. Există numere prime cu multe zecimale care înmulțite, împărțite, scăzute între ele, apoi rezultatul din nou supus acelorași operațiuni și tot repetînd mereu — se obțin și-

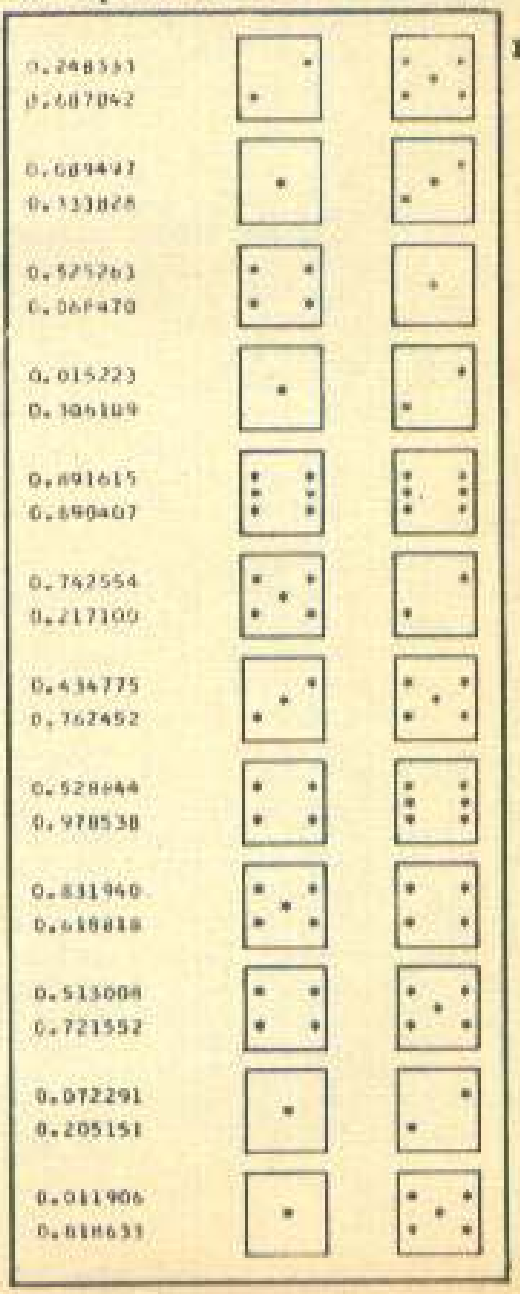


Fig. 1

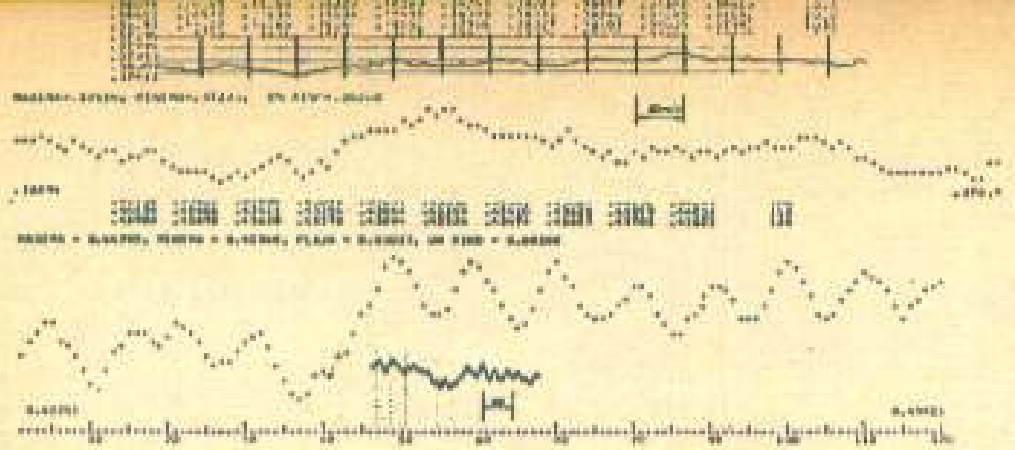


Fig. 2

ruri de numere aproape intîmplătoare. „Aproape" (termenul consacrat : pseudoaleatoare), adică numerele se obțin foarte riguros, dar succesiunea lor respectă aceleași reguli ca și un șir de numere veritabil intîmplătoare.

Pentru cititorii almanahului, unul dintre calculatoarele Centrului de calcul economic și cibernetică economică din București a fost solicitat să genereze un șir de numere pseudoaleatoare, pe care le-a livrat după cum se vede în coloana din stînga figurii nr. 1 — numere care acoperă uniform plaja cuprinsă între 0 și 0,999999 (uniform, adică dacă s-ar genera multe sute și mii de astfel de numere, valori cuprinse între 0,1 și 0,2 s-ar găsi cam tot atîtea cîte între 0,7 și 0,8 sau în orice alt interval de întindere egală). Și, pentru cititorii mai puțin familiarizați, calculatorul a fost rugat să traducă fiecare pereche de numere în imaginea semnelor unei perechi de zaruri aruncate (după regula : cele mai mici numere reprezintă cifra 1, cele mai mari — cifra 6 ș.a.m.d.). Contra unui mic pachet de instrucțiuni, rugămintea suplimentară adresată a fost acceptată cu plăcere și, după cum se poate vedea în partea din dreapta a imaginii, nu fără un oarecare stil personal.

Așadar, calculatorul știe să dea cu zarul. Înseamnă că tot ce este întîmplător, toate fenomenele pe care le-am enumerat și atîtea altele sînt compatibile cu modul de lucru al calculatorului, că el poate reproduce în toată finețea procesele pe care dorim să le simulăm. În orice caz, comparînd partea din dreapta cu cea din stînga a figurii de mai înainte, observăm ce sculă grosieră este zarul în comparație cu calculatorul : zarul are 6 fețe, iar calculatorul — numai în exemplul arătat — este ca un zar cu un milion de fațete, fiecare număr generat putînd avea șase cifre zecimale diferite.

Iar asupra numerelor aleatoare mai putem efectua și operații aritmetice. Putem combina și nuanța diferite numere și diferite șiruri de numere aleatoare în diferite proporții, cu diferite ponderi, în diferite moduri. Putem deci din plin ține seama de situații ca cea cu relația dintre densitatea de telefoane și densitatea de locuitori. Mai mult, putem ajunge de la zar la imagini cum sînt cele din figura 2, unde se află față în față : cîte un fragment dintr-un șir de fluctuații — exercițiu de compunere pe temă dată executat de un calculator (liniile tipărite punctat) și cîte un fragment decupat de pe diagrama unui înregistrator care urmărește puterea pe cîte una din liniile noastre de înaltă tensiune. Seamănă ? (Desigur, nu ondulație cu ondulație, ci în sens statistic, ca alură a variațiilor). Și se pot, deci, studia și erorile despre care era vorba mai înainte.

Și totuși — de ce simulare?

Întrebarea nu este lipsită de temei. Acum, cînd revoluția științifico-tehnică a înzestrat cercetarea cu instrumente de investigație experimentală atît de diverse, rafinate, sensibile, precise, de ce să privim o imagine virtuală, cînd putem contempla și diseca realitatea ? Cînd în științele sociale tehnicile experi-

mentale de observare și chiar experimentul activ sînt în plină efervescență — de ce simulare ? Pentru că, orice s-ar spune, ce e constatat pe viu e sigur, iar ce se vede pe model — cine știe... De ce trebuie să plăsmuim realitatea, cînd realitatea însăși ne stă sub mînă ?

Aici este cheia problemei : oare într-adevăr ne stă realitatea sub mînă, în formă brută și directă, oferindu-se investigației noastre, **atunci și așa cum** avem nevoie pentru a o cunoaște și a o preface?

Lungimea unui șurub se măsoară cel mai bine cu șublerul. Numărul de navetiști din uzina X se află simplu și cu suficientă precizie direct din registrele de adrese de la compartimentul de personal al uzinei. Nu pentru a afla asemenea lucruri elementare se recurge la simulare. Simularea a apărut nu ca o modă, sau numai ca un consum artificial alimentat de către dumpingul de facilități aruncat pe piața gîndirii de către calculatoare. Simularea a apărut în primul rînd ca o necesitate acută, reclamată de către problematica științifică și practică a zilelor noastre, de noul specific al acestei problematici.

Vom rezista tentației de a defini și a descrie cuprinzător aci acest specific. Dar cîteva trăsături trebuie menționate.

— Complexitatea, sistemele complexe. Știința și practica de azi au în față mari ansambluri de elemente și componente (omogene sau, de regulă, eterogene) aflate în strînsă interacțiune și interinfluență, în strînse conexiuni reciproce cu tot ceea ce le înconjoară. O uzină, o clasă de elevi, o șosea, piața pentru un produs, opinia publică — sînt sisteme. O șosea ? Da, o șosea care afectează interese economice (și ecologice) peste tot pe unde trece, peste tot pe unde nu trece, pentru tot ce trece pe ea (schimbarea gradului de uzură a vehiculelor în funcție de calitatea ei, durata de parcurs în funcție de traseu și formă, frecvența accidentelor în funcție de modul de realizare a intersecțiilor și a serpentinelor, de calitatea și curățenia drumurilor adiacente), pentru tot ceea ce este necesar pentru a o construi etc. Iar în soluția optimă trebuie puse în balanță toate acestea.

— Dinamismul, evoluția în timp, mișcarea, complexitatea mișcării însăși, produsă și afectată combinat de către mulțimea de factori exteriori, dar — cel mai greu de studiat — și de către mulțimea de interconexiuni interne, în condiții în care efectul mișcării constituie totodată și cauză, în care nenumărate efecte constituie indisolubil variate cauze aplicate în diferite puncte ale sistemului (reacții, legături inverse, feedback — termenii abundă). Se ucid vulturii pentru ca să nu ucidă oi și se înmulțesc viperele care... Eradicăm maladii cu ajutorul antibioticelor și creștem rezistența generală, atît a oamenilor, cît și a microbilor, față de acțiunea utilă a antibioticelor. Iar dacă ar fi să numărăm cîte influențe suferă și cîte influențe exercită asimilarea în fabricație a unui nou produs și cît de departe este dinamica procesului de asimilare față de bătrîna lege a dinamicii newtoniene $F = m \cdot a$ — forța este egală cu masa ori accelerația ! La fel cît ar fi o halucinantă simfonie modernistă polieromă față de un monosilabic și inexpresiv, inflexibil și monoton ton de camerton.

— Orientarea în viitor, apropierea viitorului, acuitatea viitorului, accelerația spre noi a viitorului, odată cu complexitatea factorilor care îl determină. Dr. Ion Văduva, care, la Universitatea din București, formează în fiecare an noi promoții de matematicieni cunoscători ai tainelor simulării, include obiectivul prezicerii comportamentului viitor al sistemelor în însăși definiția simulării.

Iar profesorul Jay Forrester, de la Institutul tehnologic din Massachusetts, pledînd pentru studierea viitorului social cu ajutorul simulării, scrie textual, despre situația din Statele Unite : „Națiunea... critică în mod repetat deficiențele sistemului nostru social, în timp ce simptomele continuă să se agraveze. Legile sînt dezbătute și adoptate cu mari promisiuni și speranțe. Dar multe programe se dovedesc a fi ineficiente. Rezultatele adesea par fără legătură cu cele care au fost așteptate atunci cînd programele erau elaborate. Uneori programele provoacă rezultate exact opuse față de cele do-

Viteze, rute, capacitate de transport... iată la ce „se gîndesc" aceste calculatoare

rite". Şi, ceva mai departe, în acelaşi articol : se susţine adesea că „gradul de cunoaştere de către noi a sistemelor sociale este insuficient pentru a elabora modele utile. Dar ce justificare poate exista pentru a accepta că nu ştim suficient pentru a construi modele, dar că ştim suficient pentru a proiecta direct noi sisteme în domeniul social prin adoptarea de legi şi demararea de noi programe sociale ?"

Cu aceasta am şi început enumerarea a ceea ce ne conduce la simulare, în locul şi în completarea analizării şi experimentării directe a realităţii concrete.

Nu putem experimenta pe viu un sistem viitor, fie el o nouă reglementare economico-socială sau o nouă linie tehnologică, pentru că nu există la data la care avem nevoie să experimentăm. Simulăm sisteme inexistente încă (inexistente total sau parţial, inexistente în modul, în conexiunea care ţine de viitor şi care tocmai trebuie studiată).

Mai departe. Simulăm sisteme existente, dar inaccesibile, nemanevrabile — fie că este vorba despre climă ; fie despre orice alt sistem tehnic, economic sau social atît de întins încît nu-l putem cuprinde într-o experienţă, nu-i putem regla toate influenţele pentru a desfăşura experienţa în mod concludent ; fie că riscăm avarii sau alte pagube (şi este de preferat să simulăm avarii decît să le producem pe viu) ; fie că în realitate ne trebuie ani sau decenii — fenomene sociale, economice, ecologice — iar în calculator sînt suficiente minute, ore, zile pentru a parcurge mai multe variante şi a o alege pe cea optimă ; fie că experienţele reale costă mult mai scump decît cele simulate, fie că...

Mai este ceva. Întreaga lume ştiinţifică dezbate teza „limitelor creşterii". Există adepţi şi în special mulţi critici. Ceea ce îl face pe J. McLeod să sublinieze faptul că pe această cale mulţi au fost incitaţi să gîndească mai profund asupra problemelor societăţii. „Modelele inadecvate — şi toate modelele au limitele lor — iluminează domeniile în care sînt necesare mai multe cercetări".

Este simularea un panaceu universal în ştiinţă ?

Categoric, nu. Nu, pentru că tot ce poate fi experimentat pe viu în mod corect şi economic este bun experimentat, dar tot ce se simulează rămîne sub semnul de întrebare al corectitudinii modelului însuşi şi al corectitudinii datelor introduse în model. Simularea ne dă rezultate probabile, foarte utile ; scoate la iveală lucruri foarte importante ; ne previne împotriva unor posibile grave erori ; ne ajută să optimizăm deciziile şi soluţiile ; ne deschide privirea spre noi fenomene, spre noi probleme şi spre noi idei — dar nu ne dă garanţii. O simulare a sistemului pregătită, verificată şi completată cu experimentări — fie şi parţiale, dar directe — este deci adesea idealul.

În esenţa sa, ca metodă, simularea este empirică. Soluţiile optime se obţin nu pe calea unor deducţii şi demonstraţii, ci prin încercări, urmate de observări şi comparări de rezultate. Iar gîndirea umană — să sperăm — nu va renunţa niciodată la rigoarea logicii şi la satisfacţia deducţiei.

Şi, oricît de puternică, atrăgătoare şi eficientă ar fi o metodă, nu trebuie totuşi uitat că viaţa este foarte diversă, motiv pentru care, de altfel, spiritul ştiinţific al zilelor noastre înlătură unilateralitatea şi exclude exclusivismul.

Ing. Mario DUMA